

**UNIVERSIDADE FEDERAL  
FLUMINENSE**



*„Tempo de Mudança“*  
**ATAS**

***XI SIMPÓSIO NACIONAL  
DE ENSINO DE FÍSICA***

23 a 27 de Janeiro de 1995  
Niterói - RJ



**SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA**

**XI SIMPÓSIO NACIONAL  
DE ENSINO DE FÍSICA**

*“Tempo de Mudança”*

---

**ATAS**

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**  
**23 a 27 de JANEIRO de 1995**  
**NITERÓI - RIO DE JANEIRO**

*Mudam-se os tempos, mudam-se as vontades.*

*Muda-se o ser, muda-se a confiança:*

*Todo mundo é composto de mudança.*

*Tomando sempre novas qualidades.*

*Continuamente vemos novidades*

*Diferentes em tudo da esperança:*

*Do mal ficam as mágoas na lembrança.*

*E do bem, se algum houve, as saudades.*

*Tempo de mudança*

*Canções*

## **AGRADECIMENTOS**

### **ÓRGÃOS FINANCIADORES**

FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

FAPERJ - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

### **APOIO**

EDITORA HARBRA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

TEMA INFORMÁTICA

CÚRIA DE NITERÓI

EXÉRCITO BRASILEIRO

### **APOIO LOCAL**

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| Prefácio .....  | 1   |
| XI SNEF: "Tempo de Mudança" .....                                     | 2   |
| Estrutura do XI SNEF .....  | 4   |
| Programa do XI SNEF .....   | 6   |
| Abertura .....  | 8   |
| Mesas Redondas .....  | 11  |
| I - Linhas de Mudança .....   | 11  |
| II - Enfoques Curriculares .....                                      | 28  |
| III - Ensino Aprendizagem .....                                       | 32  |
| IV - Formação do Professor e do Pesquisador em Ensino de Física ..... | 46  |
| V - Divulgação .....  | 59  |
| Palestras .....   | 60  |
| Cursos e Oficinas .....   | 76  |
| Encontros .....   | 101 |
| I Jornada Nacional de Pesquisa em Ensino de Física .....              | 123 |
| Sessão de Painéis .....   | 155 |
| A1 - Astronomia .....   | 155 |
| A2 - Ensino de Física no 3º Grau .....                                | 183 |
| B1 - Proposta de Intervenção no Ensino de Física .....                | 224 |
| B2 - Experiências e Inovações no Ensino de Física I .....             | 248 |
| B3 - Inovações Curriculares e Didáticas .....                         | 271 |
| C1 - A Pesquisa e o Ensino de Física .....                            | 300 |
| C2 - Experiências e Inovações no Ensino de Física II .....            | 337 |
| Comunicações Orais .....  | 365 |
| A1 - Conteúdos Curriculares .....                                     | 365 |
| A2 - Astronomia .....   | 394 |
| B1 - O Conhecimento Científico em Discussão .....                     | 406 |
| B2 - Relatos de Experiência de Ensino .....                           | 429 |
| B3 - Recursos Didáticos para o Ensino de Física .....                 | 436 |
| C1 - Concepções Pedagógicas dos Professores .....                     | 467 |
| C2 - Formação de Professores .....                                    | 494 |
| Homenagem a Pierre Lucie .....  | 527 |
| Mostras e Exposições .....  | 535 |
| Visitas a Centros de Ciências e Laboratórios .....                    | 543 |
| Assembléia Final .....  | 553 |
| Relatos Regionais .....   | 567 |
| Organização .....   | 570 |

## PREFÁCIO

Apresento à comunidade de sócios da Sociedade Brasileira de Física e a todos os demais interessados em Educação em geral e no Ensino de Física em especial as Atas do XI Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado em Niterói, Rio de Janeiro, no período de 23 a 27 de janeiro de 1995.

Este tradicional encontro da SBF foi sediado pela Universidade Federal Fluminense, utilizando-se para isso das novas instalações do Instituto de Física da UFF, no Campus da Praia Vermelha.

Com o tema geral "Tempo de Mudança" o Simpósio trouxe desde a sua estrutura a marca da mudança, acrescentando-se a isso a apresentação de um número significativo de inovações que possibilitaram aos participantes uma profunda atualização de conteúdos, de pesquisas, de metodologias e de tecnologias.

Este Simpósio foi organizado por uma equipe local restrita a um número limitado de pessoas que procuraram fazer um bom trabalho, de modo a manter o padrão dos simpósios anteriores. A tarefa foi bastante árdua antes, durante e após a realização do evento. Acreditamos que todas as atividades puderam transcorrer satisfatoriamente. Os diversos setores da administração da universidade, bem como vários departamentos colaboraram atenciosamente, atendendo a todas as solicitações feitas pela comissão organizadora local.

A comissão organizadora nacional, composta pela comissão de ensino da SBF foi de fundamental ajuda no recolhimento de sugestões das atividades que compuseram o programa, bem como na divulgação. Deste modo este SNEF representou o que há de significativo na área de Ensino de Física no país de um modo geral.

Este volume foi composto com as contribuições enviadas por participantes de todo o Brasil, dentro do prazo e das condições estabelecidas e amplamente divulgadas durante a fase de organização do Simpósio. Lamentamos pelos colegas que não puderam enviar suas contribuições. O tempo recorde em que foram editadas estas atas procurou ser coerente com a era de informatização que estamos vivendo.

Solicitamos a todos que estão recebendo este volume que colaborem na divulgação das diversas idéias e propostas nele contidas. Com esta publicação e sua ampla divulgação muitos estudantes, das mais diferentes regiões do Brasil poderão se beneficiar, tendo sua sala de aula renovada por mudanças que ajudarão na construção de cidadãos mais aptos, mais críticos e felizes.

Em nome dos colegas das comissões organizadoras local e nacional agradecemos aos órgãos financiadores, às instituições de apoio e a todos os participantes. Que o nosso trabalho conjunto contribua efetivamente para a instalação das mudanças propostas durante as diversas atividades do XI SNEF.

Niterói, Rio de Janeiro, 31 de maio de 1995

Glória Pessôa Queiroz

Coordenadora Geral do XI SNEF - Secretária para Assuntos de Ensino da SBF

### XI SNEF: "TEMPO DE MUDANÇA"

A Sociedade Brasileira de Física (SBF), através da sua Comissão de Assuntos de Ensino, promoveu o XI SNEF, no Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói, Estado do Rio de Janeiro, atendendo a algumas das finalidades, previstas no artigo 2º do seu Estatuto:

- congregar os físicos e professores de Física do Brasil;
- zelar pela liberdade de ensino, de pesquisas e pelos interesses e direitos dos físicos e professores de Física;
- estimular a melhoria do ensino da Física, em todos os níveis.

O XI SNEF contou com a participação estimada em 794 participantes, sendo 644 inscritos oficialmente e cerca de 150 entre alunos e professores da própria Universidade, que não chegaram a se inscrever, porém participaram de diversas atividades. Os inscritos oficialmente encontram-se divididos por categoria e por estados do Brasil segundo tabela abaixo:

**Tabela 1:** Participantes brasileiros divididos por Estado e por categoria (A1 - aluno de 1º grau; A2 - aluno de 2º grau; A3 - aluno de 3º grau; A4 - aluno de pós-graduação; P1 - professor de 1º grau; P2 - professor de 2º grau; P3 - professor de 3º grau)

| Estado | A1 | A2 | A3 | A4 | P1 | P2 | P3 | Total |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| AC     | -  | -  | 31 | -  | -  | 4  | 6  | 41    |
| AL     | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 4  | 4     |
| AM     | -  | -  | -  | -  | -  | 2  | -  | 2     |
| BA     | -  | -  | 8  | -  | -  | 4  | 4  | 16    |
| CE     | -  | -  | -  | -  | -  | 1  | 1  | 2     |
| DF     | -  | -  | 2  | -  | 1  | -  | 3  | 6     |
| ES     | -  | -  | 3  | -  | -  | -  | 4  | 7     |
| GO     | -  | -  | -  | -  | -  | 1  | 1  | 2     |
| MG     | -  | -  | 6  | 1  | -  | 10 | 11 | 28    |
| MS     | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 1  | 1     |
| MT     | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 2  | 2     |
| PA     | -  | -  | 2  | -  | -  | 2  | 2  | 6     |
| PB     | -  | -  | -  | -  | -  | 2  | 3  | 5     |
| PI     | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 1  | 1     |
| PR     | -  | 2  | 39 | -  | -  | 2  | 14 | 57    |
| PE     | -  | -  | -  | 1  | -  | 7  | -  | 8     |
| RJ     | 1  | 10 | 74 | 4  | 4  | 64 | 77 | 234   |
| RN     | -  | -  | 12 | 1  | -  | 3  | 11 | 27    |
| RS     | -  | -  | 21 | 2  | -  | 5  | 12 | 40    |

|              |          |           |            |           |          |            |            |            |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|------------|------------|------------|
| SC           | -        | 2         | -          | -         | 1        | 7          | 7          | 17         |
| SE           | -        | -         | -          | -         | 1        | -          | -          | 1          |
| SP           | -        | -         | 23         | 16        | -        | 24         | 51         | 114        |
| NI*          | -        | -         | 3          | -         | -        | 11         | 4          | 18         |
| <b>Total</b> | <b>1</b> | <b>14</b> | <b>224</b> | <b>25</b> | <b>7</b> | <b>149</b> | <b>219</b> | <b>639</b> |

\* NI origem não identificada na ficha de inscrição

Tabela 2: Participantes de outros países

| Pais         | A1       | A2       | A3       | A4       | P1       | P2       | P3       | Total    |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| AR           | -        | -        | -        | -        | -        | -        | 2        | 2        |
| UK           | -        | -        | -        | -        | -        | -        | 1        | 1        |
| UR           | -        | -        | -        | -        | -        | 2        | -        | 2        |
| <b>Total</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>5</b> |

Tabela 3: Total geral de participantes inscritos oficialmente, por categoria:

| Pais         | A1       | A2        | A3         | A4        | P1       | P2         | P3         | Total      |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|------------|------------|------------|
| Brasil       | 1        | 14        | 224        | 25        | 7        | 149        | 219        | 639        |
| Outros       | -        | -         | -          | -         | -        | 2          | 3          | 5          |
| <b>Total</b> | <b>1</b> | <b>14</b> | <b>224</b> | <b>25</b> | <b>7</b> | <b>151</b> | <b>222</b> | <b>644</b> |

Ver em anexo relação nominal dos participantes inscritos. Desta foram excluídas as repetições e os faltosos.

O tema: “Tempo de Mudança” foi desenvolvido durante Encontros, Mesas Redondas, Palestras e Cursos, tendo surgido Moções e Propostas que foram votadas durante a Assembléia Final cuja Ata será relatada na parte final deste relatório.

## ESTRUTURA DO XI SNEF

Este SNEF, como ocorreu com os últimos, estruturou-se de uma forma coerente e significativa, facilitando o seu acompanhamento pelos participantes, em torno de um tema central, com desdobramentos em sub-temas nos seguintes eixos temáticos:

### **A - ENFOQUES CURRICULARES**

material didático, conteúdos contemporâneos, novos conteúdos curriculares, articulação de conteúdos.

### **B - ENSINO - APRENDIZAGEM**

estratégias de ensino-aprendizagem, mudança conceitual, uso de História e Filosofia da Ciência, novas tecnologias.

### **C - FORMAÇÃO DO PROFESSOR E DO PESQUISADOR EM ENSINO DE FÍSICA**

a pesquisa e a sala de aula, a formação do professor - pesquisador da sua sala de aula, metodologias de pesquisa em ensino de Física.

### **D - DIVULGAÇÃO**

revistas da área, centros de Ciência, eventos, redes.

### **Objetivos:**

#### **EIXO A - Enfoques curriculares.**

- Analisar mudanças no material didático produzido recentemente. Dar indicações de conteúdos que deveriam ser introduzidos nos currículos escolares.
- Analisar mudanças curriculares regionais postas em prática nos últimos anos.
- Apresentar conteúdos contemporâneos, buscando ao mesmo tempo verificar a pertinência da sua introdução a partir da escola básica ou média.
- Analisar abordagens que articulem várias disciplinas com a Física.
- Analisar enfoques curriculares que relacionem conteúdos escolares ao cotidiano dos alunos.

#### **EIXO B - Ensino-Aprendizagem**

- Analisar mudanças metodológicas realizadas no Ensino da Física.

- Propor novas estratégias para o Ensino da Física, refletindo sobre maneiras de obter “mudanças conceituais” na sala de aula, a partir das concepções alternativas do senso comum trazidas por estudantes de todas as idades.
- Analisar maneiras de levar em conta a História e a Filosofia da Física em aulas de Física, em todos os graus de ensino,, refletindo sobre possíveis relações entre o desenvolvimento cognitivo individual e o histórico - científico.
- Situar mudanças no Ensino de Física a partir do contexto construtivista em discussão.
- Apresentar modos de utilização de novas tecnologias (Computadores, vídeo etc.), analisando mudanças no papel do professor diante de um contexto escolar em rápido desenvolvimento.

### **EIXO C - Formação do Professor e do Pesquisador em Ensino de Física**

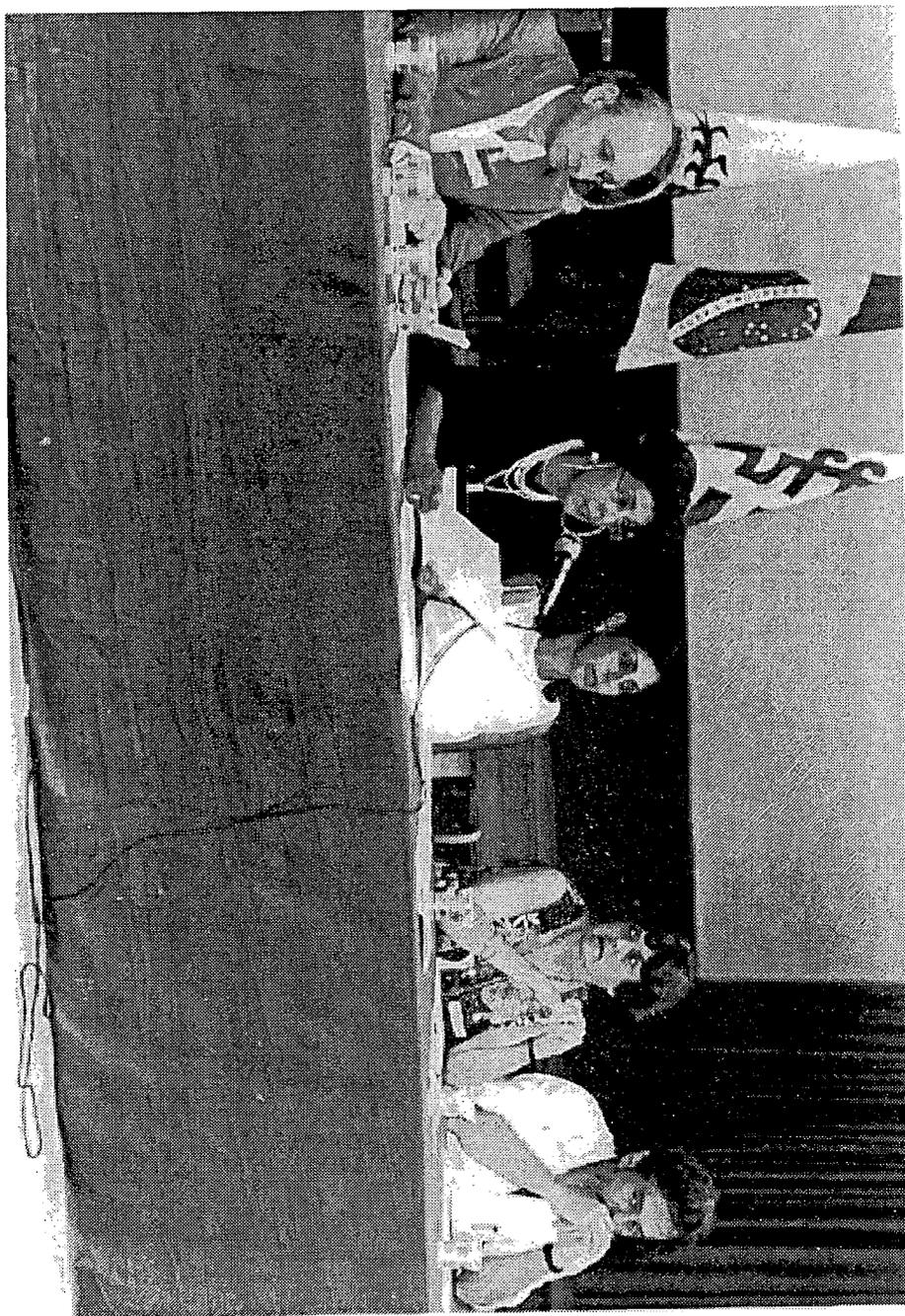
- Analisar e propor mudanças que transfiram resultados de pesquisa para a sala de aula de todos os graus de ensino, basicamente da pesquisa em ensino de Física.
- Discutir a formação de um professor que associe seu trabalho de pesquisador em ensino ao de educador. Analisar as possibilidades de desenvolvimento acadêmico deste profissional interdisciplinar.
- Analisar mudanças nas metodologias utilizadas para realização do trabalho de pesquisa em ensino de Física.

### **EIXO D - Divulgação**

- Analisar mudanças pelas quais tem passado os periódicos de interesse ao ensino da Física no país.
- Analisar mudanças na relação público/museus e centros de Ciência nacional e internacionalmente.
- Analisar e propor mudanças em eventos de divulgação de Ciências. Apresentar as possibilidades da utilização de redes de informatização na divulgação científica.

## PROGRAMA DO XI SNEF

| Horas | Segunda<br>23/01               | Terça<br>24/01                  | Quarta<br>25/01      | Quinta<br>26/01                              | Sexta<br>27/01                         |
|-------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------|--|--|
| 8:00  | Inscrições                     | Cursos<br>Oficinas              | Cursos<br>Oficinas   | Cursos<br>Oficinas                           | Cursos<br>Oficinas                     |
| 10:00 | Abertura                       | Café                            |                      |  |  |
| 10:30 | Mesa<br>Redonda<br>I           | Painéis<br>Jornada<br>Encontros | Encontros<br>Mostras | Painéis<br>Jornada<br>Comunicaçõ<br>es Orais | Mesas<br>Redondas<br>II, III, IV,<br>V |
| 12:00 | Almoço                         |                                 |                      |  |  |
| 14:00 | Cursos<br>Oficinas             | Cursos<br>Oficinas              | Visitas<br>Encontro  | Cursos<br>Oficinas                           | Assembléia                             |
| 18:00 | Homenagem<br>a Pierre<br>Lucie | Palestras<br>A2, A3<br>B1       |                      | Palestras<br>A1<br>C1, C2                    | Final                                  |
| 20:30 | Atividades Culturais           |                                 |                      |  |  |



Mesa Redonda, XI SNEF, Jan/95, Niterói, Ffoto: Berg Silva

## SESSÃO DE ABERTURA DO XI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA

O Cerimonial da UFF procedeu à abertura do XI SNEF:

Damos início neste momento à abertura do XI Simpósio Nacional de Ensino de Física, sediado pela Universidade Federal Fluminense e promovido pela Sociedade Brasileira de Física. O evento sob o tema Tempo de Mudança pretende analisar a questão das mudanças em andamento e novas propostas com o objetivo de formar o profissional capacitado dentro de uma sociedade marcada por constantes mudanças tecnológicas, sociais e econômicas. Farão parte da mesa que preside esta solenidade as seguintes autoridades: Prof. Paulo Roberto Silveira Gomes, Secretário Geral da Sociedade Brasileira de Física, representando seu Presidente Sr. Francisco César Sá Barreto; Prof. Cícero Lauro Soares Rodrigues, Diretor do Centro de Estudos Gerais, representando o Sr. Pedro Antunes Rodrigues Magnífico Reitor da Universidade Federal Fluminense; Maria Helena Pires representando a Prof<sup>a</sup> Mariléa Cruz secretária de Estado de Educação; Prof<sup>a</sup> Deise Miranda Viana Diretora do Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro; Prof<sup>a</sup> Maria Helena da Silva Paes Faria Pró-Reitora de Assuntos Acadêmicos; Prof. Salvador Alves Pereira representando o Prof. Cresus Vinicius de Gouveia Pró-Reitor de Extensão; Prof. Ivan Ramalho de Almeida representando o Prof. Edmundo Antonio Soares Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação; Prof<sup>a</sup> Ester Hermes Vice-Diretora do Centro de Estudos Gerais; Prof. José Leonardo Machado Demétrio de Souza Diretor do Instituto de Física da UFF; Prof<sup>a</sup> Isa Costa Vice-Diretora do Instituto de Física da UFF; e Prof<sup>a</sup> Glória Pessoa Queiroz Secretária para Assuntos de Ensino da Sociedade Brasileira de Física, Diretora do Espaço-UFF de Ciências.

Para a abertura oficial desta solenidade passou a falar o Prof. Paulo Roberto Silveira Gomes, Secretário Geral da Sociedade Brasileira de Física. Declarou aberto o XI SNEF e convidou a todos a ouvirem o Hino Nacional Brasileiro.

Registramos e agradecemos a presença da Prof<sup>a</sup> Maria Regina C. de Barros Diretora do Instituto de Letras da UFF. Com a palavra a Prof<sup>a</sup> Glória Pessoa Queiroz, Secretária para Assuntos de Ensino da SBF:

Ilma. Prof<sup>a</sup> Deise Vianna - Diretora do Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro,

Ilmo. Prof. Cícero Mauro Fialho Rodrigues, representando o Magnífico Reitor da UFF; Prof. Luiz Pedro Antunes,

Ilmo. Prof. Paulo Gomes - representando o Prof. Francisco César Sá Barreto, presidente da Sociedade Brasileira de Física,

Ilma. Prof<sup>a</sup> Maria Helena Dias Paes Faria, Pró-Reitora da UFF,  
Colegas Professores, Caros Alunos, demais participantes do XI SNEF.

A Sociedade Brasileira de Física, através da sua Comissão de Assuntos de Ensino, e a UFF, tem o prazer de dar início a mais um Simpósio Nacional de Ensino de Física, o décimo-primeiro. Com ele esperamos atender a algumas das finalidades específicas do Estatuto da SBF, que previstas estatutariamente vem a coincidir no seu aspecto geral com os propósitos de uma Universidade Pública como a nossa. Estas finalidades são:

- congregar os físicos e professores de Física do Brasil;
- zelar pela liberdade de ensino, de pesquisa e pelos interesses e direitos dos físicos e professores de Física;
- estimular a melhoria do ensino de Física, em todos os níveis.

Em 1970 a SBF promoveu o I SNEF no Instituto de Física da USP. Há dez anos atrás realizávamos também aqui na UFF o VI Simpósio Nacional de Ensino de Física, coordenado pela prof. Deise Vianna, um simpósio que deixou boas lembranças nas pessoas que aqui estiveram. Neste Simpósio a periodicidade passou de 3 para 2 anos. Assim, em 25 anos, chegamos ao décimo primeiro SNEF. A seriedade e a vontade com que estes Simpósios tem sido organizados tornou árdua a tarefa da comissão organizadora. Manter o padrão por exemplo do SNEF anterior, realizado na Universidade Estadual de Londrina e coordenado pelo prof. Roberto Nardi é uma meta que esperamos alcançar no final de nossos trabalhos. Para tal temos contado com a colaboração e compreensão de uma centena de colaboradores convidados: professores de cursos que serão dados, palestrantes, membros de mesas redondas etc., além de todos os participantes inscritos previamente.

O tema deste Simpósio é “Tempo de Mudança”, sendo Mudança o tema que nos pareceu um desenvolvimento natural do tema “Tempo de Avaliação” do simpósio anterior. Após avaliar a Pesquisa, a Extensão, o Ensino e a Administração em relação ao Ensino de Física no Brasil, consideramos fundamental refletir, discutir e propor mudanças cabíveis no nosso quadro atual; muitas delas urgentes.

Concordando com a prof<sup>a</sup> Silke Weber, “não é possível continuar a denunciar mazelas educacionais, sociais e políticas como se tudo continuasse o mesmo no país. Pesquisas recentes mostram mudanças efetivas, seja na concepção de docência, seja na compreensão do papel da educação na sociedade brasileira.”. Independente do resultado que tivemos nas últimas eleições é preciso cavar as mudanças a favor da educação pública no Brasil e não nos submetemos às ameaças de mudanças com que temos nos defrontado ultimamente, com frequência assustadora.

Refletindo o seu tema o XI SNEF traz como marca de diferenciação um aumento significativo de carga horária dedicada a cursos. Contamos com 43 cursos, após alguns cancelamentos de última hora, estando 50% das 40 horas de carga horária total aberta para os participantes freqüentarem estes cursos. Com isto atendemos a antigas reivindicações de participantes de Simpósios anteriores que buscam ampliar seu conhecimento, se atualizando ou preenchendo lacunas deixadas na sua formação.

Esperamos no entanto que os participantes deste Simpósio de Ensino de Física aproveitem esta ocasião de reunião nacional como um momento de interação entre professores de Física de todo o país, de todos os níveis, participando efetivamente dos trabalhos a serem realizados durante os 12 encontros programados e levando suas contribuições às discussões que venham a surgir durante as 5 mesas redondas, 7 palestras, 7 sessões de painéis, 7 sessões de comunicações orais ou 3 sessões da I Jornada Nacional de Pesquisa em Ensino de Física.

Não sejam simplesmente alunos que ouvem as aulas de seus mestres mas participem como professores ou futuros professores que a maioria virá a ser. Interessem-se não só pelos conteúdos específicos da Física mas também pelas diversas áreas que tem possibilitado que este conhecimento venha se transmitindo e crescendo ao longo de séculos. A Educação, a História, a Filosofia, a Psicologia, além da Física estão contempladas no nosso Simpósio.

Além das atividades citadas os participantes terão também a oportunidade de realizar visitas distribuídas em 5 Roteiros a Centros de Ciências e Laboratórios do nosso estado, bem como assistir às 5 Mostras previstas: de Material Didático, de Óptica, de Multimídia, de Vídeo e de Astronomia.

Lembramos ainda a Homenagem que faremos ao nosso querido Pierre Lucie, hoje às 18 horas no Auditório do Instituto de Geociências. Nos inspiremos nele, um marco no Ensino de Física e de Ciências no Brasil, para sairmos deste Simpósio com avanços significativos, traduzidos em propostas concretas das mudanças que, como utopistas da Educação de qualidade no Brasil, saberemos elaborar e por em prática.

A organização deste Simpósio foi feita por um grupo de professores que vem há vários anos trabalhando pela qualidade do Ensino de Física no nosso país. Em nome deles agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para tornar este evento possível. O êxito dele depende de todos nós. Obrigada.

---

**MESAS REDONDAS**

---

**MESA REDONDA I: Linhas de Mudança**

Coordenadora: Glória Pessôa Queiroz - UFF

---

Os 4 eixos temáticos foram abordados com muita propriedade nesta ta Mesa Redonda, realizada logo após a cerimônia de Abertura. Ela teve como objetivo apresentar aos participantes os principais assuntos a serem desenvolvidos ao longo dos trabalhos do simpósio.

**Enfoques curriculares** - Prof<sup>a</sup> Anna Maria Pessôa de Carvalho - USP

**Ensino - Aprendizagem** - Prof. Alberto Villani - USP

**Formação do Professor e do Pesquisador** - Prof<sup>a</sup> Jesuína de Almeida Pacca - USP

**Divulgação** - Prof. Henrique Lins de Barros - MAST / CNPq

**Nota:** Os membros da Mesa Redonda I além de sua participação nela, ficaram incumbidos de acompanhar o XI SNEF e coordenar Mesas Redondas no último dia (II, III, IV e V), sintetizando as mudanças, propostas e as em desenvolvimento, discutidas nas diversas atividades do encontro (relatos nas ATAS do XI SNEF).

As demais mesas redondas transcorreram conforme a programação, com exceção da Mesa IV, uma vez que a Professora Maria Cristina Dal Pian não pode comparecer por motivos de trabalho na sua Universidade (UFRN).

---

**Enfoques curriculares** - Prof<sup>a</sup> Anna Maria Pessôa de Carvalho - USP

---

**O CURRÍCULO DE FÍSICA: INOVAÇÕES E TENDÊNCIAS NOS ANOS NOVENTA**

Este trabalho pretende estudar as forças inovadoras que influenciam o currículo de Física nos anos noventa mostrando as tendências por que passa este ensino e procurando verificar o desenvolvimento destas influências na realidade efetiva da sala de aula.

Na verdade estudar o currículo nunca é estudar a realidade escolar pois como mostra Coll (1986) podemos definir currículo como sendo um "documento" que se situa entre a declaração de princípios gerais e sua tradução operacional, entre a teoria educativa e a prática pedagógica, entre o planejamento e a ação e entre o que se prescreve e o que sucede realmente na sala de aula. Portanto procurando estudar as inovações curriculares para o ensino de Física vamos buscar referências nestes dois níveis : o nível das idéias, dos princípios gerais da teoria educativa e o nível da tradução operacional, da prática pedagógica da ação em sala de aula.

Ao caracterizar o currículo de Física nos anos noventa vamos fazê-lo dentro dos parâmetros definidos por Krasilchik (1987) que descreve a evolução do ensino das Ciências no Brasil durante o período de 1950 a 1990. A autora analisa essa evolução em diversos aspectos que vão desde o contexto das transformações sociais internacionais, passando pela situação política brasileira, pelas influências que sofreu o ensino de uma maneira geral e as repercussões no ensino das Ciências, mostrando também as instituições que foram as responsáveis pelas propostas de mudanças. O quadro anexo resume toda essa evolução.

Podemos situar o ensino de Física nesta última década numa mesma direção mas agora em um contexto que sofreu algumas transformações. A situação mundial continua tendo a competição tecnológica como pedra fundamental, sendo mais especificamente a competição no campo da comunicação - o domínio pela informação. A situação brasileira já deixou de ser uma transição política para assumir a competição de mercado o que implica também num ensino competitivo. Há necessidade de mão de obra qualificada e já tem aparecido a expressão "qualidade total" como um objetivo da escola de primeiro e segundo graus em complementação à formação do cidadão - trabalhador. Um ensino de qualidade é uma meta de nossos governantes e estão em seus discursos de posse (Cardoso, 1995; Covas, 1995; Neubauer, 1995).

De outro lado as tendências educacionais que influenciam o ensino continuam sendo preponderantemente construtivistas, mas um construtivismo que concede uma importância considerável ao aprendizado de determinados conteúdos específicos e destaca a influência educativa do professor como um dos fatores determinantes para que a atividade construtiva do aluno se oriente em uma ou outra direção (Coll, 1992).

Essas condições de contorno: sociais, políticas e educacionais têm grande influência na renovação do ensino de ciências e estão, como não poderiam deixar de estar, pois todos vivemos em uma mesma sociedade, muito próximas das metas preconizadas por aqueles que trabalham no campo do ensino de Física. (Hewson e Hewson, 1988, Carvalho e Gil-Perez, 1993 ).

As instituições que influem nas proposições de mudanças curriculares continuam sendo nesta década as organizações profissionais, científicas e de professores universitários, quer em nível internacional quer nacionalmente. Esta influência é detectada tendo em vista a constante parceria entre as Secretarias de Educação e as Universidades para a elaboração de novos currículos e para cursos de aperfeiçoamento de professores em serviço.

Portanto, ao procurarmos estudar as inovações e tendências curriculares no ensino de Física nestes anos noventa, nos dois níveis: o das idéias e o da prática pedagógica, nada mais importante do que estudar o que a sociedade científica propõe. Para alcançar este objetivo vamos pesquisar nas Atas e "Proceedings" dos Simpósios nacionais e internacionais verificando o que se propõe, nas palestras, mesas redondas, cursos e grupos de trabalho e o que realmente se faz e que são apresentados nas

comunicações orais e nos painéis. Deste modo teremos dados para caracterizarmos os objetivos de renovação do ensino de ciências.

Dentro das linhas de pesquisas desenvolvidas nas universidades o estudo das concepções espontâneas ou mais amplamente o estudo de como os alunos pensam e compreendem os conceitos físicos constituiu-se num campo fértil e diretamente relacionado com o ensino. O número de trabalhos publicados sobre concepções espontâneas em quase todos os campos científicos é enorme, apresentando um crescimento autenticamente exponencial com mais de 3 000 trabalhos publicados nesta década como mostra a comunicação apresentada por Duit (1993) no III Seminário Internacional de Cornell. Mesmo no Brasil o número de dissertações e teses sobre o assunto é relevante.

Fazemos em relação ao desenvolvimento destes trabalhos duas questões. Quais os benefícios que estas pesquisas trouxeram para o ensino de Física? Como influenciaram no desenvolvimento curricular?

Gil-Perez (1994), fazendo uma análise das pesquisas em conceito espontâneo, mostra que "em primeiro lugar estas investigações tem questionado fortemente a eficácia do ensino por transmissão de conhecimentos elaborados ...e tem contribuído, mas que qualquer outro estudo, para problematizar o ensino/aprendizagem das ciências e romper com a inércia de uma tradição assumida acriticamente".

Ao nosso ver esse questionamento é sem dúvida alguma um dos fatores que impulsionaram a busca de inovações no ensino de Física. Essa procura de novas formas de ensinar, tanto em nível metodológico como em nível curricular, não se deu somente no primeiro e segundo graus mas principalmente na formação de professores. Em todas as universidades e instituições de níveis superiores a reformulação das licenciaturas sempre se inicia pelas de ciências, mais especificamente pela de Física.

As investigações em conceitos espontâneos tem mostrado também uma grande capacidade integradora, conectando-se com outros campos de estudos, como por exemplo a linguagem, a epistemologia genética, a aprendizagem significativa, etc. (Gil-Perez, 1994). Tem favorecido em particular o encontro com as colocações construtivistas unindo a área de ensino de ciências com as tendências educacionais provenientes de outras áreas do conhecimento. (Coll, 1990; Carvalho, 1994). Um outro importante fator do desenvolvimento destas pesquisas foi chamar a atenção para as proposições da história e filosofia das ciências quando da proposição de novos modelos de ensino/aprendizagem. As várias propostas de mudanças conceituais, todas tentando a superação dos conceitos espontâneos ( Posner et al. 1982, Driver e Oldham 1986, Gil-Perez et al, 1991; Gil-Perez, 1993), levam muito em considerações as contribuições da história e filosofia das ciências.

Como estas áreas de investigação e de propostas curriculares para o ensino estão muito entrelaçadas denominamos, de uma maneira geral, de contribuições cognitivistas para o ensino de Física as inovações propostas e as práticas em sala de aula provenientes desse grupo de pesquisas.

Entretanto a história e a filosofia das ciências, elas mesmo, sempre geraram estudos que vem influenciando há décadas os currículos de Física, quer em nível de primeiro e segundo graus quer mesmo em nível universitário com a introdução de disciplinas específicas para este estudo nos cursos de formação de professores. Nestes últimos anos dois currículos internacionais, o novo currículo nacional britânico de Ciências e o projeto americano - AAAS 2061, mostram claramente as implicações da influência da história e filosofia das ciências em seus programas (Matthews, 1994). Também podemos medir essa influência pelo aparecimento de revistas científicas especializadas nesta área, nacional como o *Perspecilium* e internacional como o *Science & Education*, e por simpósios temáticos, nacionais e internacionais, que se dedicam exclusivamente a estudar a história e filosofia das ciências no ensino das ciências.

As indicações para o ensino discutidas nestes simpósios e que vão também na direção das propostas dos currículos britânico e americano não pretendem que as conclusões sobre a ciência sejam substituídas pelas conclusões sobre a história e filosofia das ciências. Ninguém espera que os estudantes resolvam os grandes debates científicos que aconteceram na humanidade, o que se espera realmente é que captem algo dos aspectos intelectuais que estão em jogo nestes assuntos, que vejam *que há perguntas a fazer e que comecem a pensar não só nas respostas, mas sobre o que poderia considerar-se como resposta e que tipos de evidências podem respaldar nossas respostas* ( Matthews, 1994).

Também na V RELAEF- Reunião Latino Americana de Ensino de Física- o Grupo de Trabalho sobre História e Filosofia das Ciências mostrou a importância destes estudos para a formação de professores tendo em vista proporcionar:

1. uma maior compreensão da natureza do conhecimento científico;
2. um melhor entendimento dos conceitos e teorias da Física;
3. uma compreensão dos obstáculos e possíveis dificuldades dos alunos, e
4. uma concepção das ciências como empresa coletiva e histórica e o entendimento das relações com a tecnologia, a cultura e a sociedade.

Outra área que muito fortemente influencia o ensino de Física é provocada pelo grande desenvolvimento desta ciência nestas últimas décadas. Vivemos hoje num mundo altamente tecnológico - fibra ótica, códigos de barra, micro computadores etc., etc., etc. - e o nosso ensino ainda está em Galileu, Newton, Ohm- ainda não chegou ao século vinte. Estamos no último quinquênio do século XX e em termos de ensino estamos muito longe do seu início. Em 1905 Einsten propunha o princípio de relatividade especial, em 1995 não temos nenhuma condição de ensinar a relatividade para os alunos do curso médio.

Muito esforços tem sido feitos - quer em nível internacional com o planejamento pela International Commission on Physics Education de uma série de Conferências internacionais com esta finalidade, quer em nível nacional com a elaboração de teses e aparecimento de grupos de pesquisa que tem como objetivo

trazer a Física contemporânea e também as explicações de uma tecnologia mais atual para o ensino de segundo grau.

Outras duas linhas de investigações tem influenciado o ensino de Física - os trabalhos que procuram uma interdisciplinaridade e aqueles que têm o cotidiano como foco principal. Ambas tem o seu referencial teórico nos trabalhos de Paulo Freire, apesar de na prática apresentarem diferenças fundamentais.

As propostas curriculares provenientes da primeira área estão mais concentrados no curso de primeiro grau e tem por objetivo uma interdisciplinaridade entre o ensino de ciências e as outras disciplinas buscando tornar menos rígidas as fronteiras entre as diversas áreas do conhecimento. Partem do levantamento da realidade vivenciada pela "comunidade" onde está localizada a escola, o que possibilita a definição de questões significativas para essa mesma comunidade e, portanto, para os professores e alunos. Os temas geradores assim descobertos indicam os conteúdos acadêmicos pertinentes, propiciando um olhar multifacetado da realidade. Estes enfoques integrados, proporcionam uma melhor compreensão dos fenômenos ou situações. (Delizoicov e Zanetic, 1993).

As propostas em ensino de Física que tomam o cotidiano como ponto de partida procuram na vivência dos alunos com o mundo físico e tecnológico os seus temas geradores, objetivando o desenvolvimento das abstrações tão necessárias para a construção e o entendimento das leis físicas. (Hosoume, Kawamura e Menezes, 1994). É através de objetos específicos, variáveis "reais" que esses projetos curriculares pretendem garantir a etapa de elaboração das abstrações necessárias para o desenvolvimento do ensino de Física.

É claro que todas estas linhas se inter-relacionam e em uma proposta de ensino feita em uma palestra ou uma experiência em sala de aula apresentada em uma comunicação vemos a influência de mais de uma área.

## Os dados

Fomos buscar nossos dados nas Atas dos simpósios nacionais, latino-americanos e internacionais sobre Ensino de Física realizados nesta década. Assim analisamos as Atas dos dois SNEFs realizados em 1991 e 93, do EPEF de 1990, da RELAEF de 1992, as Memórias das REFs Argentinas de 1991 e 1993, e do Congresso organizado pela revista Enseñanza de Las Ciencias de 1993 e os Proceedings dos Congressos organizados pelo GIREP, 1991/93, que tiveram o apoio da International Commission on Physics Education -IUPAP.

Nestas Atas analisamos as Palestras, Mesas Redondas e Grupos de Trabalho para detectar as propostas feitas para o Ensino de Física. Gostaríamos de ter incluído neste grupo os cursos, pois sabemos que muitas propostas curriculares são desenvolvidas nesta atividade, entretanto, o que aparece nas Atas sobre cursos é tão sucinto que poderia nos induzir a erros de interpretação. As práticas de sala de aula fomos buscar nas Comunicações Orais e nos Painéis (os dados completos e as

análises de cada evento serão apresentados no painel "Propostas de Conteúdo para o Ensino de Física e a sua Prática Efetiva: Uma Revisão Bibliográfica, de A.M. Carvalho e Andréa Vannuchi, a ser apresentado dia 26/01 as 10:30h na sala 233, neste Simpósio).

### As conclusões

Em todos os Congressos e Simpósios as sugestões de inovação curricular concentram-se predominantemente no segundo grau, seja formando professores para esse grau de ensino - nos cursos de licenciatura - seja nos cursos de extensão. Em alguns eventos como no GIREP 91 e no SNEF 93, o ensino de primeiro grau e o curso de bacharelado não são sequer mencionados nas proposições curriculares.

Quanto aos conteúdos curriculares propostos, em todos os eventos internacionais um aspecto é enfatizado: a adoção de um ensino cognitivista. Esta tendência não aparece com a mesma ênfase nos encontros nacionais - em apenas um deles o EPEF de 1990 tal metodologia de ensino foi amplamente salientada. É possível que nossos dados tenham sofrido um envezamento pois não pudemos analisar o conteúdos dos cursos oferecidos e sabemos que é através dos cursos - atividades de no mínimo oito horas em cada Simpósio - que as propostas curriculares mais sedimentadas são apresentadas.

Outra prioridade apontada, nos eventos nacionais e internacionais, é a inclusão da História e Filosofia da Ciência nos currículos escolares.

Nota-se a ênfase atribuída aos conteúdos da Física Moderna e/ou Contemporânea nos GIREPs de 1991 e 93. Tal fato pode ser interpretado como decorrência natural das temáticas específicas das duas Conferências: *Teaching about References Frames: from Copernico to Einstein* e *Light and Information* respectivamente. Estas temáticas introduzem temas como Teoria da Relatividade no primeiro e Caos, Fibras Óticas e Fractais no segundo.

Em relação aos trabalhos em sala de aula apresentados nas comunicações orais e nos painéis, estes concentram-se também no ensino de 2º grau. Os que se referem ao ensino de primeiro grau são predominantemente restritos a cursos de Astronomia, é o caso sobretudo dos trabalhos de GIREP 91, devido à própria temática do encontro.

A categoria cuja inclusão curricular apresenta maior consenso é a História e Filosofia da Ciência. Entretanto, não se pode dizer que esta seja uma tendência que se reflete na sala de aula, já que sua presença nos trabalhos apresentados não corresponde à ênfase observada nas proposições apresentadas nas palestras.

Observa-se o no âmbito nacional, uma discrepância quanto à temática curricular predominante nas propostas e sua presença efetiva nos trabalhos apresentados. Os trabalhos em sala de aula concentram-se na temática do cotidiano, embora esta área não tenha sido considerada principal em nenhum dos encontros e

talvez isso possa ser explicado pela não possibilidade de inclusão dos cursos na categoria das propostas.

De modo geral, a tendência internacional parece ser a prática de ensino cognitivista, como nota-se pela ênfase de propostas a esse respeito e também pela predominância de trabalhos em sala de aula que adotam tal metodologia de ensino e aprendizagem.

### Referências Bibliográficas

- American Association for the Advancement of Science. 1993. **Benchmarks for science literacy, Project 2061**, AAAS, Washington
- Cardoso, F.H. Discurso de Posse na presidência da Republica Federativa do Brasil, **Folha de São Paulo**, 02/01/95.
- Carvalho, A.M.P.,1994, Paradigmas e Métodos de Investigação nas Práticas de Ensino: Aspectos Epistemológicos, Trabalho apresentado no VII Endiipe, Goiás, 1994.
- Carvalho, A. M.P.,e Gil Perez D., 1993. **Formação de Professores de Ciencias**, Cortez Editora, São Paulo.
- Coll, C., 1986. Hacia la elaboración de un modelo de diseño curricular, **Cuadernos de Pedagogia**. 139 .pp 8-10
- Coll, C., 1990. **Desarrollo Psicológico y Educacion II**, Alianza Editorial, Madrid
- Coll, C. 1992 Los contenidos en la educación escolar. **Los contenidos en la reforma**. Madrid, Santillana.
- Covas, M., 1995. Discurso de Posse no Governo de São Paulo, **Folha de São Paulo**, 02/01/95.
- Delizoicov, D. e Zanetic J.,1993. A proposta de interdisciplinaridade e o seu impacto no ensino municipal de 1º grau in Pontuschka N.N. (org.) **Ousadia no Diálogo**, Edições Loyola, São Paulo
- Driver,R.,e Oldham,V. 1986. A constructivist approach to curriculum development in science. **Studies in Science Education**, 13, pp 105-122.
- Duit,R., Research on student's conceptions. Developments & trends. Paper presented at the Third International Seminar on Misconception and Educational Strategies in Science and Mathematics. Cornell University. Ithaca. USA.
- Gil Pérez, D.,1994. Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas, **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona 12 (2) , pp.154-164.
- Gil Pérez, D.,Carrascosa,J., Furió, C., Martinez-Torregrosa,J., 1991.**La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria**, ( Horsori: Barcelona)
- Gil Perez, D.,1993. Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, 11 (2) pp197-212.

- Hewson, P.W. e Hewson, M.G., 1988. On appropriate conception of teaching science: a view from studies of science learning. *Science Education*, 75(5), pp. 597-614.
- Hosoume, Y., Kamwamura, M.R.D., Menezes, L.C., 1994. Objeto e objetivos na aprendizagem da física, Publicação interna IFUSP/P-1110
- Krasilchik, M., 1987 *O professor e o currículo das ciências*, E.P.U./EDUSP, São Paulo.
- Matthews, M.R., 1994 Histori, filosofia y enseñanz de las ciencias: la aproximación actual, *Enseñanza de las Ciencias*. 12(2), pp 255-277
- Neubauer, T.R. Discurso de Posse na Secretaria da Educação do Estado de São Paulo,
- Posner, G.J., et all 1982. Accommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, pp211-227.

### Evolução do Ensino de Ciências

| FATOR   | 1950  | 1960  | 1970  | 1980   |
|---|---|---|---|--|
| Situação mundial  | Guerra Fria   | Crise energética                                  | Problemas ambientais  | Competição tecnológica   |
| Situação brasileira   | industrialização/democratização ditadura                            |   |   | Transição política   |
| Objetivos do ensino de 1º e 2º Graus                                    | Formar elite  | Formar cidadão                                    | Preparar trabalhador  | Formar cidadão - trabalhador   |
| Influências preponderantes no ensino                                    | Escola nova   | Comportamentalismo                                | Comportamentalismo mais cognitivismo  | Cognitivismo   |
| Objetivos da renovação do ensino de Ciências                            | Transmitir informações atualizadas                                  | Vivenciar o método científico                     | Pensar lógica e criticamente  | Analisar implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico |
| Visão da Ciência no currículo da escola de 1º e 2º Graus                | Atividade neutra enfatizando produtos                               | Evolução histórica enfatizando o processo         | Produto do contexto econômico, político, social e de movimentos intrínsecos |  |
| Metodologia recomendada dominante                                       | Laboratório   | Laboratório mais discussões de pesquisa           | Jogos e simulações. Resolução de problemas                                  |  |
| Instituições que influem na proposição de mudança a nível internacional | Associações profissionais científicas e instituições governamentais | Projetos curriculares Organizações internacionais | Centros de Ciências Universidades   | Organizações profissionais, científicas e de professores Universidades   |

Fonte: Kasilchik, M. *O professor e o currículo das ciências*, E.P.U./EDUSP 1987

### Ensino - Aprendizagem - Prof. Alberto Villani - USP

Os organizadores do XI SNEF consideraram como assuntos privilegiados, incluídos no eixo Ensino e Aprendizagem,

- A Mudança Conceitual e as Concepções de ensino e aprendizagem.
- As Estratégias de ensino e os Processos de aprendizagem.

- As contribuições da História e Filosofia da Ciência na melhoria do ensino e aprendizagem.
- As contribuições das Novas Tecnologias, principalmente do Computador.

1 - Os debates recentes sobre Mudança Conceitual e Teorias de Aprendizagem têm focalizado a dicotomia ruptura e continuidade.

De um lado alguns autores têm chamado a atenção sobre a característica da aprendizagem das ciências constituída não somente pela introdução de novos conceitos e novas relações, mas sobretudo pela substituição de um modo de pensar local e prático, essencialmente adaptado às situações singulares, para um modo de pensar geral, teórico, essencialmente dominado por regras de coerência, parcimônia e compatibilidade geral com o conjunto das situações.

De outro lado outros autores têm chamado a atenção sobre a característica do desenvolvimento intelectual dos estudantes que diz respeito à continuidade de suas habilidades intelectuais e cognitivas. O que o estudante pode aprender significativamente somente pode ser uma extensão daquilo que ele já domina. Um debate análogo, apenas iniciado, refere-se à estabilidade da aprendizagem dos estudantes. Novas relações e novos conhecimentos facilmente podem ser assimilados pelos estudantes em forma provisória, mas é muito difícil torná-los conhecimentos estáveis, pois as antigas concepções tendem a sufocá-los rapidamente. Parece haver possibilidade de rupturas provisórias entre o novo conhecimento e os que constituem o núcleo antigo, mas para uma estabilidade de longo prazo parece necessária uma compatibilidade entre muitos conhecimentos. Em outras palavras parece que, de um lado a garantia de uma aprendizagem segura venha prevalentemente da presença na ecologia conceitual do aprendiz de idéias, modelos e perspectivas compatíveis e ressonantes com as novas idéias, mas de outro lado a conquista de um lugar na ecologia conceitual parece depender de uma forte pressão dos novos conhecimentos sobre os já estabelecidos.

2 - As pesquisas e os debates sobre Estratégias de Ensino parecem visar dois tipos de resultados: de curto prazo e de longo prazo. Modificações mais circunscritas e localizadas, mesmo que muito significativas, constituem resultados de curto prazo; modificações mais globais, que envolvem conceitos e processos intelectuais, constituem resultados de longo prazo.

### **Estratégias para uma Mudança Conceitual Limitada**

De um lado temos estratégias que visam continuamente transformar as concepções e representações dos estudantes aproximando-as das científicas; de outro lado temos as que focalizam prioritariamente o conteúdo científico e se interessam das concepções alternativas somente na medida que dificultam concretamente a aprendizagem das novas concepções.

### **Estratégias orientadas pela estrutura do conteúdo científico**

A ação do professor é dividida em duas partes: favorecer a compreensão dos novos conhecimentos apresentando-os aos estudantes da maneira mais clara e coerente possível e enfrentar somente as dificuldades que aparecem durante as discussões e aplicações destes novos conhecimentos.

### **Estratégias guiadas pelo processo de aprendizagem**

Partem dos conhecimentos e das habilidades dos estudantes e procuram encontrar um caminho 'natural' de menor resistência: existem duas tendências mais importantes.

A vertente desenvolvimentista tenta modificar os conhecimentos dos estudantes de forma progressiva passando por etapas intermediárias, que somente parcialmente se identificam com a meta final a ser atingida.

A vertente conflitiva procura promover situações específicas de conflito entre o novo e o antigo conhecimento, que digam respeito aos pontos essenciais e ressaltem a incompatibilidade e diferença entre os dois. Em geral procurar abaixar o STATUS dos conhecimentos espontâneos, focalizando seus limites, e aumentar o STATUS dos novos conhecimentos, focalizando sua inteligibilidade, plausibilidade e fertilidade.

### **Estratégias para uma Mudança Conceitual Global**

Têm duas componentes essenciais:

- Selecionar situações novas que permitam enfrentar os obstáculos fundamentais e ampliar progressivamente o domínio do conhecimento a ser aprendido.
- Estimular a reflexão dos estudantes sobre os resultados anteriormente alcançados para recuperá-los, torná-los estáveis e articulá-los num contexto mais geral.

3 - Pelo lado da História e Filosofia da Ciência, as contribuições tendem para três finalidades: tornar mais dinâmicas as atividades didáticas, complementar a formação do professor e contribuir para formação cultural e social do estudante e do professor.

Os textos e experimentos de caráter histórico são utilizados de duas diferentes maneiras para a formação do Estudante. Podem ilustrar idéias antigas semelhantes às espontâneas, preparando os estudantes para compreender as razões que favoreceram suas modificações. Podem também ilustrar e esclarecer as origens e o contexto das novas concepções que devem ser aprendidas, tornando-as mais inteligíveis e mais significativas.

A focalização da relação entre as características do desenvolvimento científico e as condições sócio-culturais da sociedade pretende, a longo prazo, produzir uma visão historicamente mais adequada e culturalmente mais rica da Ciência e do seu desenvolvimento.

Os textos e experimentos de tipo histórico podem desenvolver a função de complementar a formação científica do Professor, contribuindo para a compreensão de pontos mais delicados e esclarecendo a complexidade das conquistas científicas.

De outro lado têm crescido as tentativas de focalizar a semelhança entre as idéias e as dificuldades que foram superadas ao longo da História da Ciência e as idéias espontâneas e as dificuldades que os estudantes enfrentam no processo de aprendizagem. Em particular o próprio desenvolvimento científico tem-se tornado fonte de informações para o entendimento do processo de aprendizagem: as atitudes da comunidade científica frente às inovações conceituais e metodológicas têm servido para entender, de maneira análoga, as atitudes dos estudantes (rejeições, aceitações parciais, provisórias, soluções ad-hoc, etc.).

4 - Pelo lado das Novas Tecnologias temos notado a crescente utilização das multimídia e a promoção da interatividade, visando conduzir o estudante ao novo conhecimento ou fornecendo-lhe um instrumento para o desenvolvimento de suas atividades escolares.

Pelo lado da instrumentação para a resolução de problemas, temos os aparelhos capazes de colher dados experimentais on-line, elaborando-os rapidamente; temos também soft-wares que permitem analisar situações ou eventos registrados, reduzindo quase a zero o trabalho matemático. A finalidade destas novas tecnologias está na direção de focalizar o aspecto físico dos problemas, eliminando todas as tarefas rotineira ou as dificuldades que tendem a obscurecê-lo.

Pelo lado da organização da aprendizagem, o uso de multi-mídia tende a torná-la mais rica e mais interessante, ao passo que o aumento da interatividade permite ao estudante a escolha de sua questões, principalmente mediante os hiper-textos. A inteligência artificial contribui tornando o computador um interlocutor sempre mais inteligente e capaz de diagnosticar os problemas e as dificuldades dos estudantes.

## ALGUMAS QUESTÕES GUIA

### Questões específicas:

- Grandes mudanças no conhecimento dos estudantes podem ser o resultado de pequenas variações? Do que depende alcançar conhecimentos estáveis?
- Seria interessante focalizar com maior intensidade as estratégias que visam mudanças globais? As estratégias de ensino guiadas pelo conteúdo científico e as

orientadas pelo processo do estudante são conflitantes ou complementares? Em que sentido? Têm situações mais apropriadas para uma ou para outra?

- Quais as resistências dos estudantes e dos professores ao uso da história da ciência? Como são interpretadas as analogias entre a história da ciência e a aprendizagem escolar? Em que condições é possível promover a modificação efetiva da visão sócio-cultural do progresso científico por parte dos estudantes? Quais as resistências e as dificuldades? Seria tarefa do ensino de ciência ou de história?
- Em que medida os que promovem a utilização de inovações tecnológicas têm uma visão adequada do processo de aprendizagem dos estudantes e das efetivas possibilidades de assimilação dos professores? Quais as resistências e dificuldades dos estudantes e dos professores no uso do computador para a aprendizagem de Física?

### Questões gerais:

- As novidades e as mudanças propostas na literatura recente encontram ressonância em nossos trabalhos e em nossas perspectivas?
- As novidades e as mudanças propostas na literatura recente são compatíveis com nossa situação cultural e econômica?

---

### Formação do Professor e do Pesquisador - Prof<sup>a</sup> Jesuína Lopes de A. Pacca - USP

---

No tema proposto, a organização do XI SNEF selecionou as seguintes questões para discussão e aprofundamento na compreensão do assunto:

- a pesquisa e a sala de aula;
- a formação do professor-pesquisador;
- possibilidades de desenvolvimento acadêmico deste profissional interdisciplinar;
- metodologias de pesquisa em Ensino de Física.

Cada uma dessas questões deverá ser tema das discussões que ocorrerão em diferentes atividades ao longo dos trabalhos do Simpósio; serão retomadas especificamente, por pesquisadores convidados, especialistas nesse conteúdo dentro da área de Ensino de Física, na Mesa Redonda IV, nas Palestras e Encontros.

A formação tradicional do professor de Física é deficiente. Um pequeno número é egresso de cursos superiores oficiais; a maioria é formada pela rede privada de ensino que proliferou nas duas últimas décadas.

Os cursos de licenciatura têm sido bastante discutidos nas diversas Reuniões, Simpósios e Encontros de Professores e Pesquisadores em Ensino de Física; entretanto as modificações produzidas nos programas de modo geral não são

relevantes e pelo menos até agora não parecem ter revertido o quadro de insuficiência e qualidade do contingente de professores de 1º e 2º graus.

De perto vimos participando e acompanhando a iniciativa posta em prática no Instituto de Física da Universidade de São Paulo em 1993, organizando um curso de Licenciatura em Física com currículo próprio levando em conta o perfil desejável para o professor de 2º grau.

Paralelamente à preocupação com os cursos de Licenciatura e suas possíveis mudanças têm ocorrido mais vigorosamente programas e cursos de atualização e aperfeiçoamento de professores de 1º e 2º graus, visando modificar o perfil destes profissionais que já estão em atividade.

A formação do pesquisador em Ensino de Ciências e de Física em particular, por outro lado, tem ocorrido nos cursos de pós-graduação, ainda em número bastante reduzido no Brasil, bem como em algumas instituições autônomas. As Secretarias da Educação têm também oferecido a possibilidade para alguns poucos professores de 1º e 2º graus participarem de pequenos projetos de pesquisa. A parte mais significativa da formação de pesquisadores, no entanto, está nos programas de Pós-Graduação, com o desenvolvimento de dissertações e de teses acadêmicas.

## 1. A Pesquisa e a Sala de Aula

Nos últimos Simpósios e Encontros de Professores e de Pesquisadores foi freqüente a discussão da questão - Levar para a sala de aula os resultados das pesquisas em ensino. Mais recentemente a questão que se coloca parece ser - Pesquisar na sala de aula.

### Resultados para a sala de aula

A grande quantidade acumulada de resultados sobre as concepções dos estudantes, a produção de materiais didáticos especialmente os experimentos de baixo custo, a elaboração de textos e programas para o 1º e 2º graus se constituíram em sugestões valiosas com a possibilidade de melhorar o Ensino de Ciências. Muita dificuldade foi encontrada para a utilização desse conhecimento na realidade da escola. O insucesso põe em evidência o problema da transferência desse conhecimento para os procedimentos didáticos reais e cotidianos do professor. Os cursos de aperfeiçoamento, principalmente os de curta duração, e mais ainda algumas disciplinas de Licenciatura não parecem dar conta desta transferência.

A literatura mostra uma tendência para aperfeiçoamentos de maior duração com a atividade cotidiana do professor em sala de aula. Trabalhos recentes, sobretudo no exterior, têm focalizado como uma inovação na concepção do professor, a orientação de um trabalho de classe de seus estudantes na linha de uma investigação de problemas científicos adequados, procurando resolver simultaneamente o problema do envolvimento intelectual dos estudantes e do professor.

## Pesquisa na sala de aula

Com a intenção de envolver os estudantes e seus modos de pensar no processo de ensino e aprendizagem que ocorre em sala de aula, têm sido comuns nos trabalhos pesquisa considerações acerca da necessidade de “professores-pesquisadores” da sua prática como uma maneira de vencer a distância entre a pesquisa, que avança com resultados importantes, e os professores, que continuam com suas dificuldades em sala de aula. Recomenda-se a participação dos professores nos trabalhos em centros de pesquisa ou, de algum modo, a associação das pesquisas às atividades docentes dentro da idéia de pesquisa/ação contribuindo para uma prática dinâmica e produtiva.

A necessidade de uma formação do professor que inclua procedimentos de pesquisa sobre ensino e aprendizagem já vem sendo apresentada há muito tempo, também porque o comportamento de observador crítico e de inquiridor que se deseja para os alunos deverá ser experimentado pelo próprio professor. Tal concepção procura enfrentar a questão da ineficiência do ensino que se faz pura e simplesmente pela transmissão de informações e valorizar concepções construtivistas da aprendizagem significativa.

## 2. A Formação do Professor-Pesquisador

Uma versão mais branda do perfil professor-pesquisador consiste na perspectiva de um professor que procura continuamente compreender o processo de ensino e aprendizagem efetivamente desenvolvido em suas classes, isto é, um professor atento e observador crítico do progresso dos alunos e dos procedimentos didáticos que ele planeja para suas aulas. Esta concepção tem fomentado a pesquisa de estratégias e metodologias de pesquisa adequadas a essa situação; a necessidade da utilização mais incisiva dos resultados das pesquisas em Ensino de Ciências aparece como uma maneira de se produzirem instrumentos teóricos tanto para planejar estratégias de sala de aula, assim como também para envolver professores e estudantes na direção da reconstrução do conhecimento individual.

Os estudos sobre os esquemas e estratégias de ensino que favorecem a aprendizagem adequada e sobre estratégias para formar ou aperfeiçoar professores com um perfil capaz de continuar o processo de ensino-aprendizagem desejável, contam com resultados importantes sobre características e necessidades dos professores no desenvolvimento da sua prática cotidiana:

**Conhecimento do conteúdo** - É notória a dificuldade dos professores na compreensão do conteúdo específico o que o faz adotar modos de transmitir alguns conhecimentos sem rigor e correção além de não permitir participação efetiva dos estudantes.

**Concepções alternativas inadequadas** - Tem sido correntemente constatado que os professores são incapazes de perceber e reconhecer as concepções errôneas dos estudantes como modos de pensar alternativos; estas mesmas concepções são compartilhadas muitas vezes pelos próprios professores. Além disso, apesar de constituírem já um acervo bastante significativo, problemas e questionários utilizados nas pesquisas sobre essas concepções não são acessíveis aos professores.

**Subsídios fenomenológicos e problemas fundamentais da ciência** - Os professores em geral, não dominando corretamente o conteúdo específico, são incapazes de identificar idéias, fenômenos ou questões que são fundamentais dentro de um determinado campo o que limita sua possibilidade de discutir apropriadamente o assunto. Apesar de exemplos da História da Ciência serem divulgados através de cursos de aperfeiçoamento, eles dificilmente chegam à sala de aula a não ser eventualmente como relato informativo (estória) sem aprofundamento do conteúdo ali expresso.

**Acervo de recursos didáticos disponíveis** - A existência de farto material didático já produzido, por exemplo, experimentos com materiais simples, além de muitos outros, ainda não corresponde ao que é utilizado em sala de aula. As dificuldades apresentadas pelos professores, como falta de apoio institucional não são convincentes e motivos ligados à competência específica parecem ser mais prováveis.

Entre os problemas a enfrentar na formação do professor está o papel que deve assumir a avaliação da aprendizagem na formação da consciência crítica do seu desempenho profissional. A avaliação continua a ser vista como uma medida do conhecimento do estudante e não como objeto de realimentação do planejamento das aulas. A falta de consideração do professor pelos resultados negativos e/ou indesejáveis das avaliações não contribui para a reflexão sobre a sua prática cotidiana. A relação entre os maus resultados da avaliação e as concepções alternativas deveria ser motivo de reflexão constante do professor.

### **3. Formação do Pesquisador em Ensino de Física**

*(Possibilidades de desenvolvimento acadêmico do profissional interdisciplinar).*

Se por um lado, a formação do professor de Física tem sido um tema bastante explorado na pesquisa e nas propostas de cursos regulares (Licenciaturas) e Aperfeiçoamentos, o mesmo não ocorre com a formação do Pesquisador; não queremos dizer que este não esteja sendo formado mas que não há pelo menos de modo sistemático e explícito uma preocupação com a formação destes profissionais. O terceiro item selecionado pelo SNEF dentro do tema de que tratamos aqui parece apontar para esta questão. Os cursos de pós-graduação na área de Ensino de Ciências são em geral os centros aglutinadores, com o desenvolvimento do trabalho acadêmico que culmina com a realização de dissertações e teses acadêmicas. O pessoal

responsável por esses programas com a responsabilidade de orientar e realizar a pesquisa além de ministrar cursos específicos e coordenar programas de atuação na extensão universitária e aperfeiçoamento de professores, formou-se nos últimos 25 anos, originado principalmente nas equipes que elaboram os Projetos de Ensino característicos da década de 60 e 70. Esse pessoal tem formação em Física e ao longo desses anos teve contato com os trabalhos que se intensificavam principalmente no exterior, na procura de identificar as causas dos problemas de aprendizagem de modo geral.

As atividades desenvolvidas nos cursos de pós-graduação não têm se mostrado adequadas para professores de 1º e 2º graus em atividade, já graduados há mais tempo: cursos extremamente teóricos pelo lado da Física e voltados essencialmente para a pesquisa em Física não tiveram as alterações necessárias para servir a essa “nova” área de conhecimento. Além de não serem motivadores são excessivamente formais para a necessidade da pesquisa e do Ensino da Física.

A formação do profissional interdisciplinar, tem adotado também diferentes enfoques. Do início, com o “treinamento” nos Projetos que se elaboravam até atualmente, por exemplo, com o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade. Propostas recentes, em vários países estão mostrando novos caminhos. Por exemplo os programas que se realizam atualmente em Portugal centram a formação na análise crítica de documentos da mídia, recortes de imprensa, livros de divulgação bem como na análise e reflexão da própria prática diária.

#### **4. Metodologias de Pesquisa em Ensino de Física**

A bagagem de conhecimento específico de uma área interdisciplinar foi se construindo na interação entre os grupos que se iniciavam na nova pesquisa e na assessoria de especialistas em outras áreas do conhecimento.

Essa origem dos pesquisadores da área de Ensino parece também ser a mesma na Europa e nos Estados Unidos e até hoje talvez metade dos pesquisadores pertence a Institutos de Física.

As metodologias de pesquisa são também oriundas de metodologias de pesquisa em Física que foram se adequando progressivamente aos novos problemas e dados de diferentes naturezas. Metodologias de obtenção de dados foram aos poucos sendo construídas e estão hoje muito longe dos métodos utilizados na Física. Metodologias foram sendo emprestadas da Psicologia, da Sociologia, etc.. Metodologias de análise de dados quantitativos deram progressivamente lugar a metodologias de análise de dados qualitativos. Entretanto questões de ordem metodológica estão ainda pouco estudadas e a escolha de uma ou outra alternativa parece seguir mais uma tradição de uso do que a consciência da sua adequação para as situações particulares.

## QUESTÕES PARA SE PENSAR:

- Os materiais e programas que estão sendo produzidos referem-se explicitamente aos resultados das pesquisas?
- Como transferir os resultados das pesquisas para o professor de modo que seja útil para os procedimentos da sala de aula? O que é essencial explicitar?
- Que competência do pesquisador é possível e desejável para o professor?
- Quais são as características do pesquisador em Ensino de Ciências?
- Como construir com o professor a idéia de que os resultados negativos de uma avaliação são essenciais para o processo de ensino-aprendizagem?
- Qual a possibilidade efetiva de modificar, através de cursos de aperfeiçoamento, a prática de sala de aula atual?
- Qual a viabilidade dessa formação do professor em atividade, em larga escala, no Brasil?
- É possível trabalhar com multiplicadores no processo de aperfeiçoamento?
- Como deve caracterizar-se a formação de um professor que se quer docente e pesquisador?
- Como se caracteriza concretamente o profissional interdisciplinar, professor de Física?

## BIBLIOGRAFIA

- Briscoe, C., 1991. **The Dynamic Interactions Among Beliefs, Role Metaphors, and Teaching Practices: A Case Study of Teacher Change.** *Science Education*. 75 (2): 185-199.
- Carvalho, A.M.; Perez, D.G., 1993. **Formação de Professores de Ciências. Tendências e Inovações.** Cortez Editora. São Paulo.
- Pacca, J.L.A.; Villani, A., 1992. **Estratégias de Ensino e Mudança Conceitual na Atualização de Professores.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 14(4): 222-228.
- Saltiel, E., 1991. **Un Exemplo de Aportación de la Didactica de la Fisica a la Enseñanza: Los Ejercicios Cualitativos y los Racionamientos Funcionales.** *Enseñanza de las Ciencias*. 9(3): 257-262.
- Santos, M.E.V.M., 1994. **Area Escola/Escola. Desafios Interdisciplinares.** Livros Horizonte. Lisboa.
- Driver, R., 1988. **Un enfoque constructivista para el desarrollo del curriculo en ciencias.** *Enseñanza de las Ciencias*. 6(2): 109-120.
- Solbes, J.; Vilches, A., 1992. **El modelo constructivista y las relaciones Ciencia/Tecnica/Sociedad.** *Enseñanza de las Ciencias*. 10(2): 181-186.

A ciência deste final de século tem se mostrado extremamente atraente para propor soluções de interesse tecnológico e econômico, embora não tenha conseguido (por sequer ser sua proposta) se transformar num conhecimento amplamente difundido. Poucos países são responsáveis pela produção do conhecimento científico novo (e de sua transformação em algum bem tecnológico), embora estas inovações alterem o curso de toda a humanidade. Um aspecto importante está no fato da ciência tecnológica trabalhar com um horizonte temporal muito curto quando comparado com o tempo característico do meio ambiente. Desta forma, resta a pergunta: quem decide? Surge daí a necessidade de se procurar divulgar, em termos amplos e não-formais, a Ciência, para que se possa criar uma certa consciência dos caminhos que estão sendo propostos.

## MESA REDONDA II: **Enfoques Curriculares**

Coordenadora: Prof<sup>a</sup> Anna Maria Pessôa de Carvalho - USP

Esta Mesa Redonda vai procurar fazer uma síntese das atividades deste Simpósio sob o ponto de vista do enfoque curricular.

Minha visão procura seguir o mesmo objetivo apresentado na abertura do XI SNEF, isto é, estudar as forças inovadoras que estão influenciando o currículo de Física, agora vendo especificamente este Simpósio, buscando referência nos dois níveis: o das idéias, dos princípios gerais, das teorias educativas e o nível da tradução operacional, da prática pedagógica, da ação em sala de aula.

Assim como no trabalho apresentado anteriormente também vamos estudar este Simpósio a partir do referencial teórico já apresentado. Classificamos as atividades segundo os seguintes enfoques curriculares:

1. **Ensino cognitivista:** essa categoria engloba os referenciais teóricos que tratam de concepções alternativas, mudanças conceituais, etapas do desenvolvimento intelectual, linguagem, etc.
2. **História e Filosofia das Ciências:** engloba epistemologia da ciência, sua natureza, seu caráter de construção permanente, sua dimensão cultural e/ou a idéia de conhecimento socialmente construído.
3. **Física Moderna e/ou Contemporânea:** refere-se à abordagem de temas de Física Moderna e Contemporânea em nível de primeiro e segundo graus e de Física Contemporânea no terceiro grau. Estão também incluídas aplicações tecnológicas recentes com fibra ótica, laser, etc.
4. **Cotidiano:** nesta categorias estão inseridos os trabalhos que utilizam o cotidiano para daí extrair-se temas geradores. Estes podem ou não constituir-se no objeto de estudo sendo que no segundo caso tem a função

de despertar o interesse pelo assunto a ser abordado. Esta categoria engloba também os trabalhos de Astronomia.

5. **Interdisciplinaridade:** esta categoria engloba os trabalhos que tem por objetivo uma interdisciplinaridade entre o ensino de ciências e as outras disciplinas.

Contrariamente ao estudo dos Simpósios anteriores, onde os dados foram obtidos por meio da análises dos trabalhos publicados em suas Atas, no presente evento esses foram coletados pelo preenchimento de uma ficha onde o próprio autor classificava o seu curso ou painel em uma ou mais das categorias acima e ainda marcava para que nível de ensino o trabalho era dirigido.

Outra diferença na obtenção dos dados foi originada pela mudança de estrutura deste Simpósio onde as principais atividades foram os cursos e não mais as Mesas Redondas e Palestras. Assim para estudarmos o que se propunha em termos de ensino de Física fomos buscar estas informações nos cursos. Os conteúdos dos painéis continuaram a nos fornecer os trabalhos realizados nas escolas. Entretanto nem todos os cursos ou painéis serviram para o nosso objetivo, só participaram de nossa amostra aqueles cursos que tinham uma proposta para o ensino de Física e os painéis ou comunicações orais que realmente relatavam atividades ocorridas durante um ensino.

Com os dados obtidos construímos as seguintes tabelas:

| <b>Categorias</b>                 | <b>Cursos*</b> | <b>Painéis/<br/>Comunicações Orais*</b> |
|-----------------------------------|----------------|---|
| Ensino cognitivista.              | 8              | 26                                      |
| História e Filosofia das Ciências | 13             | 8                                       |
| Física Moderna e/ou Contemporânea | 7              | 9                                       |
| Cotidiano                         | 5              | 15                                      |
| Interdisciplinaridade             | 4              | 3                                       |

\* Tanto os cursos como os painéis e comunicações orais puderam ser classificados em mais de uma categoria

## Mesas Redondas

| Nível de Escolaridade                    | Cursos* | Painéis e Comunicações Orais |
|--|---------|------------------------------|
| alunos de bacharelado e prof. de 3º grau | 16      | 9                            |
| licenciando e prof. de 2º grau           | 46      | 15                           |
| magistério e prof. de 1º grau            | 10      | 1                            |
| alunos de Pós - graduação                | 9       | 2                            |
| prof. de ciências de 5ª a 8ª série       | 19      | 10                           |

\* os cursos foram oferecidos para mais de uma categoria.

Este Simpósio tem semelhanças e diferenças em relação aos anteriores quando se analisa a dimensão 'propostas curriculares'. Uma das semelhanças é que continuamos encontrando propostas em todas as linhas. No meu ponto de vista este é um fator muito positivo pois mostra uma sociedade científica aberta e com possibilidades de trocas de experiência e discussões teóricas. Outro ponto que permaneceu constante foi a influência da História e Filosofia das Ciências nas propostas curriculares apresentadas nos cursos.

A influência da linha de trabalho que tem no cotidiano o seu enfoque principal, neste Simpósio como nos anteriores, aparece com maior força na prática pedagógica do que nas propostas teóricas.

Uma mudança importante em relação aos Simpósios anteriores foi o aumento considerável da linha cognitivista nas descrições de atividades em sala de aula. Esse aumento possivelmente é consequência de influência internacional, pois como vimos nas análises dessas conferências - REFS, GIREPs, RELAEF e Enseñanza - a linha cognitivista é a principal tanto em termos de proposta quanto em termos de ação. Essa mesma influência já tinha se feito sentir no EPEF que é um encontro de pesquisadores ou seja de uma liderança na área de ensino de Física.

Outro fator de mudança foi o crescimento, tanto nas propostas como na ação, dos trabalhos preocupados com o ensino de Física Moderna ou Contemporânea. Este, no meu ponto de vista, é um índice de vitalidade de nossos professores.

Em relação aos graus de ensino a que se dirigem estas propostas mais um vez o ensino de segundo grau (aqui incluído o curso de licenciatura) é o grande privilegiado. Tanto as propostas como os trabalhos em sala de aula deram ênfase neste grau. Entretanto já começam a aparecer trabalhos enfocando o bacharelado e até os cursos de pós-graduação, fatos que não ocorreram nos Simpósios anteriores

Em relação ao ensino das primeiras séries do primeiro grau já apresentamos mais propostas que nos Simpósios anteriores mas ainda estas não aparecem como relatos de sala de aula. Este fato pode ser analisado por dois ângulos: ou nossas idéias

não conseguiram alcançar esses professores ou não conseguimos trazê-los para os nossos Simpósios.

---

**Material Didático - Novos Conteúdos Curriculares - Prof.<sup>a</sup> Maria Regina Kawamura-USP**

---

O Ensino de Física vem buscando cada vez mais, nas últimas décadas, novos conhecimentos que permitam apontar métodos e estratégias adequados para o ensino, especialmente de segundo grau. Contudo, é urgente também rediscutir a própria seleção e estrutura de conteúdos considerados curriculares desenvolvidos na maioria das escolas, e que muitas vezes não reflete a terminalidade desse grau de ensino. Será que cinemática, dinâmica, termologia, ótica, eletrodinâmica, etc. representam uma estrutura adequada? Como compatibilizar essa estrutura com novas demandas por conhecimentos hoje tão necessários? Que conhecimentos novos seriam esses? Essas são algumas das questões que nos propomos a discutir, a partir de uma síntese dos trabalhos a serem apresentados durante o simpósio.

---

**Articulação de conteúdos - Prof.<sup>a</sup> Marta Pernambuco - UFRN**

---

A articulação de conteúdos, entendida aqui como a seleção dos conteúdos curriculares e a sua sequenciação, está ligada diretamente aos propósitos do curso e sua forma de organização: não se pode separar a metodologia de ensino dos conteúdos e mesmo estes não estão dados a priori, mas resultam de escolhas feitas dentro da amplitude maior da Física ou das ciências que tratam as disciplinas. Clarear os critérios de escolha, buscar o conhecimento disponível das pesquisas em ensino como guia para as decisões, considerar a situação do aluno e a própria finalidade da existência dos cursos, são alguns dos elementos que ajudam a garantir a consistência dos programas. A partir de uma visão que tenta considerar o papel do ensino de ciências na sociedade contemporânea, serão apresentados alguns organizadores que podem dar direcionamento às escolhas necessárias.

---

**Conteúdos Contemporâneos - Prof. Eduardo A. Terrazan - UFSM**

---

A questão do tratamento de conteúdos contemporâneos, na disciplina de Física no ensino médio, deve ser trabalhada na perspectiva do atendimento à necessidade de formação sincrônica do cidadão com sua própria época, aliado ao respeito às condições impostas pela realidade escolar e aos processos de aprendizagem de tais conteúdos. A estruturação do recorte programático, que permita uma melhor inserção de tais conteúdos na Física escolar, deve estar acompanhada da explicitação das concepções de educação, ciência e fundamentalmente de

conhecimento subjacentes. Abordaremos nesta fala alguns aspectos relativos a uma nova imagem de conhecimento que sustente essa estruturação.

---

### MESA REDONDA III: Ensino - Aprendizagem

Coordenador: Prof. Alberto Villani - USP

---

A pergunta dos organizadores sobre as novidades referentes ao eixo Ensino e Aprendizagem no XI Simpósio Nacional de Ensino de Física, tem a função de avaliar a situação brasileira, despertar a consciência geral e encaminhar perspectivas de crescimento qualitativo.

As informações foram recolhidas mediante a leitura do programa, a participação a vários Cursos, Palestras, Encontros e Comunicações Orais: houve também a tentativa de complementar as informações mediante discussões com alguns dos autores.

#### AS NOVIDADES

- Conteúdos novos ou não-convencionais (caos, metrologia, Física dos sentidos, plasma, fenômenos quânticos, etc.) foram apresentados com a preocupação de torná-los acessíveis aos estudantes de segundo e terceiro graus, tornando a Física mais interessante e significativa.
- Aparelhos experimentais novos ou de baixo custo (referentes à física contemporânea, eletromagnetismo, astronomia, etc.) foram apresentados como exemplos de novas perspectivas para a aprendizagem dos estudantes; a novidade consistia na manipulação e até na construção, por parte dos estudantes, dos instrumentos com um aumento da probabilidade de surgimento de desafios e problemas práticos.
- Textos e materiais didáticos com informações histórico-filosóficas referentes à gênese e desenvolvimento de conceitos ou teorias da Física (Mecânica Quântica, Relatividade, Gravitação, Leis de Newton, Cosmologia,...) foram apresentados como instrumentos didáticos para facilitar a compreensão dos estudantes de segundo e terceiro grau e para motivar os professores a utilizá-los na sala de aula.
- Metodologias novas e estratégias de ensino sistemáticas (referência aos fenômenos do cotidiano, introdução de problemas abertos, questionamento das idéias dos estudantes, referência à estrutura disciplinar, interpretação de material alternativo) foram apresentadas como respostas ao desafio de aumentar a participação e o interesse dos estudantes.
- O uso do computador na sala de aula (mediante soft-wares interativos e hard-wares instrumentais) foi apresentado como a tendência inevitável da

educação científica do futuro e como instrumento de aprendizagem mais adequado às características da vida moderna.

## A CONSCIÊNCIA DAS NOVIDADES

Um dos pontos de análise foi a expectativa que os autores manifestavam em relação às novidades apresentadas e o grau de informação sobre sua efetividade.

Durante as conversações pudemos distinguir três tipos de autores:

- Pertenciam ao primeiro grupo os que ainda estavam completando o processo de elaboração das inovações: sua perspectiva era de entusiasmo pelas contribuições (geral ou ao menos local) que esperavam poder dar para a melhoria do ensino da Física; entretanto ainda não tinham feedback suficiente para avaliar o grau de correspondência entre suas expectativas e as respostas efetivas da realidade
- Pertenciam ao segundo grupo os que já tinham aplicado, em parte ou totalmente, seus projetos e já tinham uma idéia mais concreta do sucesso efetivamente alcançado. Em geral pudemos notar satisfação com os resultados, marcados por um crescimento do interesse e da participação dos estudantes e dos professores que utilizavam os novos recursos.
- Finalmente pertenciam ao terceiro grupo os que além de aplicar seus projetos, os tinham analisados do ponto de vista das dificuldades encontradas pelos estudantes e pelos professores durante a aplicação dos novos recursos. Infelizmente o número de pessoas que tinham alcançado este grau de consciência foi bastante limitado, seja porque as habilidades envolvidas na elaboração e aplicação de um projeto inovativo são diferentes das envolvidas numa análise crítica, seja porque os tempos de uma e de outra são diferentes.

Algumas informações interessantes a respeito das dificuldades dos estudantes:

- i) Frente ao questionamento sistemático de suas idéias os estudantes podem se recusar a participar do processo de discussão para evitarem cometer 'erros'; de outro lado podem se sentir pressionados demasiadamente por não terem tempo suficiente para a sedimentação de sucessos parciais.
- ii) Frente aos materiais de informação alternativos (filmes, revistas, livros de literatura, poesias,...) os estudantes tendem a recusá-los como subsídios complementares. Em outros casos interpretam suas mensagens com a mesma perspectiva dos livros didáticos, perdendo a peculiaridade do novo veículo de informação.
- iii) Frente às diferentes metodologias de resolução de problemas os estudantes manifestam dificuldades na aceitação da necessidade de utilizar determinados passos sistemáticos e de elaborar suas informações

para alcançar modelos mentais mais gerais, privilegiando procedimentos práticos diretos. Na avaliação da qualidade de suas explicações e justificativas, as vezes recusam como pouco significativas explicações teóricas baseadas em princípios científicos, aceitando como satisfatórias argumentações circulares que não introduzem elementos novos.

## CONCLUSÕES PROVISÓRIAS

O XI Simpósio Nacional de Ensino de Física mostrou que existe uma boa vitalidade na área, manifestada pela presença de muitas novidades. Entretanto o grau de consciência, por parte dos participantes, do valor didático das novidades tem variado muito, como seria de se esperar de uma comunidade tão diferenciada quanto a brasileira. Em nossa opinião o número reduzido de autores conscientes das limitações de suas propostas e das dificuldades encontradas pelos estudantes, aponta para um empasse no crescimento da qualidade das novidades produzidas. De outro lado os exemplos mais significativos de trabalhos avançados vêm de propostas associadas a trabalhos de pesquisa. O desenvolvimento natural dos trabalhos da comunidade parece então apontar para uma complementação urgente dos esforços que levam a novas propostas didáticas com as preocupações de pesquisa referentes à efetiva aprendizagem dos estudantes e professores nas novas situações. A dificuldade de elaborar simultaneamente projetos didáticos e projetos de pesquisas sugere, como solução do impasse, a colaboração entre grupos com diferentes habilidades e tradições de trabalho.

Nossa sugestão é que os responsáveis pela área e pelas Instituições de ensino em todos os níveis estimulem e favoreçam tais colaborações.

Para concluirmos nossa análise levantamos algumas questões que poderão ajudar a consolidar a perspectiva apontada precedentemente.

Os professores que aplicam as novidades estão conscientes de que a aprendizagem é um processo longo e complexo e de que é necessário distinguir sucessos locais de mudanças mais globais? Existe a preocupação de localizar sinais ou indicadores de progresso? Existe a tendência a ouvir e interpretar os discursos dos estudantes? A estabilidade da aprendizagem dos estudantes constitui uma preocupação efetiva dos professores?

---

**Uso de História e Filosofia da Ciência - Prof. Arden Zylberstein - UFSC**

---

**Estratégias de Ensino-Aprendizagem, Mudança Conceitual - Prof. Alberto Villani - USP**

---

O termo “mudança conceitual”, em geral, refere-se a uma modificação da maneira de pensar dos estudantes, que deixam de lado, mais ou menos provisoriamente, suas concepções de ‘senso comum’ sobre um determinado assunto e

adotam as correspondentes concepções científicas. Entretanto este termo tem-se tornado, ao longo do tempo, bastante ambíguo, pois ele é adotado tanto em situações nas quais a mudança é essencialmente local, quanto em situações nas quais a mudança é mais global e estável. No primeiro caso o estudante é capaz de utilizar, numa determinada situação, uma representação científica; no segundo caso o estudante é também capaz de reconhecer se e porque a representação é adequada para aquela situação e de articular diferentes representações. A diferença entre os dois tipos de mudança permite entender, por exemplo, como estudantes após terem-se mostrado capazes de utilizar adequadamente um determinado conceito científico, de repente se comportam como se seu conhecimento tivesse desaparecido.

A ambigüidade delineada acima reflete-se nas estratégias utilizadas para fomentar uma mudança conceitual. Algumas conduzem claramente a mudanças locais ou um pouco mais amplas, outras visam mudanças globais sendo que todas pretendem ser exemplos de estratégias para mudança conceitual. Nesta apresentação procurarei acenar aos dois tipos.

### **1 - Estratégias para uma mudança conceitual local**

As pesquisas têm focalizado abundantemente a elaboração de atividades didáticas que favoreçam uma mudança conceitual local, propondo a utilização de duas diferentes estratégias. A primeira é mais orientada pela estrutura do próprio conteúdo científico; a segunda é mais guiada pelas características do processo de aprendizagem dos estudantes.

A) No primeiro caso (estratégia baseada na estrutura do conteúdo) existe um esforço inicial para determinar, de forma mais completa e precisa possível, os pontos essenciais do conteúdo a ser aprendido, estruturando-os em um núcleo articulado a ser proposto à atenção dos estudantes. A partir dessa proposta são estudadas as dificuldades específicas, as resistências e os entendimentos insatisfatórios enfrentados pelos estudantes, procurando resolvê-los individualmente.

Um exemplo é o trabalho de Jung (1992) que procura ensinar um tópico introdutório de óptica: a necessidade de uma radiação luminosa que saia do objeto e entre no olho para que se realize a visão. Após uma explicação inicial os estudantes são convidados a repetir com suas palavras aquilo que entenderam e a fazerem comentários a respeito. Dúvidas são discutidas, assim como interpretações inadequadas; novas situações são analisadas, sempre procurando utilizar o modelo apresentado e as dificuldades novamente discutidas até esgotar as possibilidades dos estudantes.

Esse tipo de estratégia é a mais parecida com o ensino tradicionalmente proposto em nossas salas de aula; sua novidade consiste em focalizar explicitamente os desvios dos estudantes e procurar argumentos que os convençam a aderir à proposta inicial. O resultado desse tipo de estratégia é dúplice: de um lado a aprendizagem dos estudantes torna-se mais significativa na medida que suas dúvidas

são abundantemente debatidas e do outro lado há uma melhoria na própria estrutura do conteúdo a ser proposto, enquanto ele é progressivamente elaborado tendo em vista as dificuldades dos estudantes. A característica dessa estratégia é de enfrentar somente as dificuldades explícitas que aparecem ao longo do caminho, tornando o processo mais rápido.

B) No segundo caso (estratégia baseada no processo de aprendizagem) o esforço inicial está na direção de determinar, frente à apresentação de amplas e variadas situações problemáticas e às correspondentes discussões localizadas, os pontos de maior aproximação e, também, de maior resistência ao conteúdo científico a ser aprendido. Em seguida, a partir dos resultados obtidos, é construída uma seqüência didática, que pretende explorar os recursos dos estudantes e minimizar as dificuldades ao passar de uma etapa à outra. Este trabalho é desenvolvido utilizando dois recursos fundamentais: a promoção de conflitos cognitivos e a exploração de analogias. No primeiro caso procura-se explorar situações específicas de conflito entre o novo e o antigo conhecimento, que digam respeito a pontos essenciais e ressaltem a incompatibilidade e diferença entre o conhecimento espontâneo e científico. No segundo caso procura-se promover um entendimento qualitativo de situações problemáticas focalizando-as como análogas a situações já dominadas do ponto de vista científico.

- Um exemplo de utilização abundante do conflito cognitivo encontra-se nas entrevistas iniciais do trabalho de Orquiza (1994): a partir da análise de situações experimentais simples sobre colisões a autora procura conduzir o estudante a isolar o momento do choque e definir as variáveis relevantes, desprezando as que têm influência pouco significativa. Um resultado interessante do trabalho é a localização de três tipos fundamentais de conflitos (Villani & Orquiza, 1994). Temos um conflito em série, quando a resolução de um conflito conduz imediatamente à abertura de um novo problema e de uma nova perturbação, ampliando diretamente o conhecimento do estudante. Temos um conflito a spiral, quando um conflito, não resolvido e degenerado em círculo vicioso, é provisoriamente abandonado, para ser retomado somente após a discussão de outras situações esclarecedoras em relação à situação inicial. Finalmente temos um conflito em paralelo, quando o conflito explicitamente discutido refere-se a determinadas relações, mas o que efetivamente perturba o estudante refere-se a outras relações.

A habilidade do docente consiste em reconhecer cada uma das situações e conduzi-las de maneira apropriada, explorando ao máximo a seqüência de conflitos em série, abandonando o conflito a spiral e retomando-o logo que for possível e, finalmente, deslocando o foco da discussão para a perturbação efetiva no caso do conflito em paralelo.

- Um exemplo de utilização abundante da analogia é dado pelo trabalho de Brown e Clement (1989) sobre a aplicação do conceito de ação e reação no caso de um livro apoiado sobre uma mesa. Levantada à idéia espontânea dos estudantes de que a mesa seria totalmente passiva, não exercendo força sobre o livro, o docente

propõe uma série de situações análogas; começando por substituir a mesa por uma mão (que reconhecidamente exerce força sobre o livro), depois por uma mola e, finalmente, por um suporte fino e flexível ele questiona a semelhança ou não da situação de cada caso com a inicial. O segredo da estratégia consiste em encontrar exemplos que constituam analogias-ponte entre a situação inicial (difícil de analisar em termos científicos) e uma situação mais simples e menos problemática. O uso de uma seqüência de analogias tem duas vantagens: permite que os alunos mais brilhantes reconheçam as semelhanças já nas situações iniciais menos próximas e que os alunos com maiores dificuldades transfiram a semelhança de uma situação para a outra.

Em resumo as estratégias que são guiadas pelo processo de aprendizagem têm como 'leit-motiv' descobrir as dificuldades mais importantes enfrentadas pelos estudantes e estruturá-las numa progressão quase 'natural'.

## 2 - Estratégias para uma mudança global

Algumas pesquisas têm se preocupado com a mudança conceitual global na qual:

- Representações mentais implícitas e individuais, capazes de orientar o estudante na interação com o ambiente, transformam-se em representações explícitas partilhadas pela comunidade científica e governadas por regras definidas.
- Representações locais, que se aplicam a um pequeno conjunto de situações transformam-se em representações gerais, coerentes e invariantes num grande número de situações, com um número mínimo de variáveis e capazes de conduzir a resultados precisos.
- Representações centradas em propriedades ou funções de objetos e de eventos, tornam-se representações sistêmicas, caracterizadas por sistemas de objetos e suas evoluções no tempo e definidas por um número mínimo de quantidades físicas.

Os resultados parecem concordar que a realização dessa profunda modificação nos elementos essenciais das representações dos fenômenos e nos processos intelectuais utilizados, exige um tempo longo, durante o qual os estudantes oscilam muitas e muitas vezes entre o conhecimento antigo e o novo.

A estratégia básica de ensino, compatíveis com a situação tradicional de sala de aula, pode ser resumida na dúplici atividade de seleção de situações convenientes a serem analisadas e de auxílio para a recuperação e generalização dos resultados alcançados. Entretanto as propostas mais radicais apontam para uma modificação substancial da relação professor-alunos; a sala de aula tende a tornar-se o lugar privilegiado de resolução de problemas efetivos e de construção coletiva de conhecimento e o professor o coordenador e o assessor deste trabalho.

- Como exemplos de estratégias 'normais' podemos citar os trabalhos de Orquiza (1994) e de Lemeignan e Weil-Barais (1994).

Para Orquiza, que trabalhou com estudantes de segundo grau sobre colisões, o processo de mudança das representações, que culmina com a aplicação geral e significativa dos princípios formais, passa necessariamente por uma análise semi quantitativa de situações experimentais (variadas e bem escolhidas) até atingir a focalização dos elementos essenciais. Por exemplo, no caso das colisões, o trabalho essencial seria o isolamento do choque e a eliminação das variáveis com pouca interferência. Por sua vez, a aplicação significativa dos princípios formais passa por uma série de ganhos locais antes de atingir a generalidade e a articulação que a caracteriza na representação científica. Por isso o papel fundamental do docente, durante cada uma das fase da aprendizagem, é, de um lado, propor situações progressivamente desafiadoras (que permitam enfrentar os obstáculos essenciais) e, de outro lado, estimular a reflexão dos estudantes para alcançar resultados gerais e articulá-los.

Lemeignan e Weil-Barais, sintetizando uma série de pesquisas com estudantes de segundo grau sobre a aprendizagem dos princípios da Mecânica fazem as seguintes sugestões:

1- Uma multiplicidade dos fatores determina a realização das mudanças no modo de representar os fenômenos. Consequentemente é preciso: ter presentes os recursos cognitivos dos estudantes, estimular a elaboração das representações desenvolvendo explicitamente os vários tipos de controlo (pela lógica e pela evidência experimental), promover a reflexão explícita, por parte dos estudantes, sobre as características do conhecimento adquirido, desenvolver o confronto sistemático das representações construídas, problematizar das tarefas evitando as atividades pouco funcionais (para os estudantes).

2- As representações são desenvolvidas em contextos específicos para resolver questões específicas antes de atingir o status de modelo geral. No caso da mecânica são desenvolvidas representações referentes à energia (a representação de função, a representação de distribuição, a representação de conservação), à força (representação vetorial, representação de interação) e à quantidade de movimento (representação da colisão, representação massa-velocidade, representação vetorial). Consequentemente é tarefa do docente fornecer uma variedade de situações problemáticas que permitam reconhecer os limites de cada representação e desenvolver as características que as tornam mais gerais; no caso específico da mecânica, por exemplo é interessante privilegiar a representação de conservação para energia e a representação vetorial para a quantidade de movimento.

3- A complexidade das novas representações, que têm uma componente experimental, uma componente conceitual e operacional e uma componente simbólica (gráfica, literal ou matemática) exige uma construção progressiva, no sentido de que, antes de atingir as representações científicas definitivas, deve ser estimulada a utilização, por parte dos estudantes e com o auxílio do docente, de representações

precursoras. Estas devem ser elaboradas a partir de representações espontâneas dos estudantes (aquelas que vão na direção pretendida) e devem ser usadas para planejar, fazer previsões e explicar resultados, desenvolvendo seja procedimentos indutivos seja procedimentos hipotético-dedutivos, ampliando a área de experiência e o domínio cognitivo dos estudantes e habilitando-os a perceber as semelhanças e diferenças com os modelos sistêmicos definitivos.

Como exemplo de estratégias mais radicais, podemos citar o trabalho de Duschl e Gitomer (1991), que relatam uma experiência de ensino centrada na resolução de problemas efetivos (geralmente interdisciplinares). Os estudantes são convidados a resolver um determinado problema da comunidade (por exemplo a localização de um aterro sanitário ou a construção de um barco para transporte de passageiros): o problema é dividido numa série de subproblemas, que são analisados por cada grupo com a assessoria de professores. As informações essenciais são recolhidas e compartilhadas na elaboração de um projeto que é sistematicamente discutido e avaliado por todos os participantes e por todos os assessores. Para os autores a elaboração e discussão do projeto até alcançar uma forma satisfatória constituiria o instrumento privilegiado de transformação e consolidação dos novos conhecimentos científicos adquiridos.

## REFERÊNCIAS

- Brown, D & Clement, J. - 1989 - **Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction.** Instructional Science Vol. 18, 237-251.
- Duschl, R.A. & Gitomer, D.H. - 1991 - **Epistemological Perspective on Conceptual Change: Implications for Educational Practice** - Journal of Research in Science Teaching, 28(9) 839-858
- Lemeignan, G. & Weil-Barais, A. -1994- **A developmental approach to cognitive change in mechanics.** International Journal of Science Education Vol. 16(1), 99-120.
- Jung, W. - 1992 - **Probing acceptance: A technique for investigating learning difficulties.** In Duit, R.; Goldberg, F.; Niedderer, H. (Eds.) Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. IPN. Kiel (D), 278-295.
- Orquiza, L.C. - 1994 - **Representações mentais e conflitos cognitivos: o caso das colisões em Mecânica.** Tese de Doutorado. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo,
- Villani, A. & Orquiza, L.C. - 1994 - **Conflitti cognitivi, esperimenti qualitativi e attivita' didattiche.** Enseñanza de las Ciencias, Vol 12 (in press).

A uniformidade internacional não impede as culturas de viver, a identidade cultural não se opõe aos valores universais nem aos contatos cosmopolitas. ... (mas) manter a diversidade cultural exige esforço conjunto para garantir as conquistadas liberdades ... e não podemos destruir valores ancestrais e apoiar a identidade cultural em face das homogeneizações impostas pela civilização tecnológica.

Anita Novinsky

## **Introdução**

Com a invasão dos computadores no nosso cotidiano e no dia-a-dia escolar, sendo este último basicamente restrito a escolas privadas, a questão das novas tecnologias no Ensino de Física e na Educação de maneira geral, fica hoje quase que restrita à discussão do tema Informática & Educação.

Assim sendo, esta discussão girará basicamente em torno do tema informática, abordando aspectos relativos à atual revolução tecnológica com o enfoque nas novas perspectivas profissionais, comunicacionais e escolares. Em paralelo serão levantados questionamentos relativos a cada uma delas com a discussão de possíveis diretrizes visando a adaptação à nova realidade.

## **A Atual Revolução Tecnológica e suas Perspectivas**

A atual revolução tecnológica que estamos vivendo, às vésperas do terceiro milênio, tem proporções, alcance, e conseqüências muito maiores do que a Revolução Industrial do século passado, que mudou a maneira de viver da humanidade. A sociedade como um todo, e a educação como sua inerente integrante, estão hoje experienciando ou estão sendo pressionadas a experienciar essa revolução, que está impondo uma nova ordem mundial de universalismos, onde todos os países se tornaram vizinhos.

Como ocorre em períodos de grandes transformações culturais e tecnológicas, os primeiros reflexos dessa revolução tecnológica são o mal-estar e desorientação para a maioria, sendo percebida sobretudo como crise, quebra de valores, desagregação do estabelecido. Estes fatos aliados à própria falta de informação e conhecimento dos fatores envolvidos nesse processo, provocam reações diversas, que vão desde a completa rejeição infundada até a aceitação imediata do novo paradigma sem maiores reflexões quanto aos condicionantes locais.

Portanto, nesse 'processo revolucionário instaurado', a questão não é mais qual a nossa posição em relação às novas tecnologias, mas sim qual a nossa proposta para as novas tecnologias a partir de questionamentos sólidos e consequentes.

Pode-se questionar a quem essa revolução serve ou quem a está promovendo e conduzindo. Entretanto, independentemente de quaisquer questionamentos, a realidade é que essa revolução tecnológica está acontecendo e modificando nossas

vidas à revelia de nossa vontade ou participação. E a negação de participar dessa revolução significará ser engolido por seus resultados. Assim, participar não significa querer barrar ou aderir a esse processo, que é irreversível. Mas entender o que está ocorrendo e propor alternativas que conduzam a participação efetiva da sociedade como um todo para que se consiga interferir diretamente nos possíveis rumos futuros dessa revolução.

A nível local, o argumento da modernidade, tão presente no discurso neo-liberal que hoje se firma em nosso país com a posse do novo presidente e da geração de intelectuais a que pertence, naturalmente se alinha a essa revolução. O que por um lado é muito salutar. Entretanto, esse discurso deve ser trabalhado em profundidade para que não fiquemos na retórica de oposição e de descrença, à margem desse processo, e para que possamos apresentar propostas concretas que interfiram e efetivem a participação da sociedade nas esferas de decisão dos rumos locais dessa revolução.

### **A Revolução Tecnológica, o Discurso da Modernidade, e Alguns Questionamentos**

Estamos vivendo em um momento de re-definição de valores históricos. A própria concepção de trabalho passa a ser redefinida dentro uma visão onde a informação deixa de ser entendida como um fim e passa a servir de meio. Neste contexto a informação técnica é um meio a ser processado para se atingir um objetivo maior, caso contrário, tornando-se obsoleta a técnica, o mesmo ocorre com o cidadão especializado.

Dentro desse processo, o discurso da modernidade se encaixa naturalmente, pois da redefinição de valores é que depende o alinhamento do país rumo à globalização da economia. Assim, diferenças são esquecidas e o nivelamento adotado deixa de considerar as especificidades locais provocando um falso universalismo, traduzido por uma série de diretrizes, que no discurso produzem resultados aparentemente perfeitos. De qualquer maneira, é necessário analisar e trabalhar esses resultados discursivos para poder ter como transformá-los em resultados realistas e objetivos.

A partir desse quadro pode-se analisar alguns fatos e conjecturar sobre alguns aspectos, antecipando possíveis questionamentos que já são parte da discussão no direcionamento de políticas educacionais.

#### **a) Sobre o novo perfil profissional: a informação como meio**

Há anos atrás, obter um diploma em certa área significava o estabelecimento de um perfil de profissional. Ao longo de sua vida, um cidadão poderia mudar várias vezes de emprego ou trabalho, porém transitando aproximadamente dentro da mesma área. Hoje, observamos uma mudança radical, onde o indivíduo pode mudar de

carreira várias vezes ao longo de sua vida. (Nós pesquisadores na área de ensino de física não seríamos um exemplo vivo deste novo perfil?). Este fato nos conduz a inevitáveis questionamentos sobre o papel da universidade na sociedade enquanto provedora e promotora da transição do adolescente ao adulto profissional:

- Não estariam as universidades impelidas a mudar a visão de formação profissional para encampar as novas tecnologias, no sentido de alterar a estrutura dos cursos universitários?
- Quais as novas diretrizes a serem adotadas no sentido de adaptar os currículos dos cursos para se alinharem à nova ordem da presente revolução tecnológica, onde o futuro profissional é valorizado não somente pela sua habilidade de utilizar as novas tecnologias, mas acima de tudo por suas iniciativas enquanto instâncias decisórias?
- Como repensar nossos cursos de graduação de modo a universalizá-los sem perder de vista as inerentes diferenças?
- A atual estrutura de cursos, com duração média de 5 anos, é realmente necessária neste novo paradigma? Não seria plausível uma proposta de dois anos básicos na universidade, dois anos experienciando diferentes áreas de trabalho, após os quais o indivíduo voltaria à universidade para selecionar sua atual área de trabalho? Isso tornaria preponderante a volta periódica das pessoas à universidade ao longo de suas vidas para possíveis atualizações.

#### **b) Sobre a nova ordem comunicacional: a INTERNET**

Com a plena abertura da Internet a qualquer cidadão comum, até há pouco tempo limitada às Universidades e aos órgãos governamentais, a rede interliga hoje mais de 40 milhões de pessoas em mais de 100 países, com uma taxa de crescimento mensal de mais de 10%, com uma previsão de mais de 400 milhões de usuários até o final deste ano de 1995.

A possibilidade de 'navegar' na rede já é parte da rotina das universidades, escritórios, agências de viagens (vide a conexão das companhias aéreas), agências de notícias (vide os grandes jornais como Folha e Estadão), e mesmo em residências (alguns de nós já estamos acessando daqui contas no exterior). As possibilidades de uso do Eletronic Mail, Telnet, Usenet e do definitivo World Wide Web ou W3 - não podem deixar de ser consideradas no nosso cotidiano. Ou como se comenta, não importa se você ainda não está na rede, em breve você fará parte dela.

Esta realidade nos leva a questionamentos sobre nossa posição em relação à difusão dessas facilidades em todos os níveis de nossa sociedade:

- Com a facilidade de acesso à informações de bancos de dados, bibliotecas, pinacotecas, etc via Internet, não seria plausível que, em busca da eficiência e da redução de custos, questionássemos a necessidade de cada universidade ter sua biblioteca tradicional?

- Não estamos atrasados na criação de redes de grupos de interesse em nossa área através da qual poderíamos trocar idéias? Poderíamos organizar grupos por temas de pesquisa (e.g. mudança conceitual, construtivismo), temas gerais (e.g. ciência, tecnologia e sociedade, experimentotecas) ou sobre a informática em educação. Apesar de muitas universidades e a massiva maioria das escolas ainda não estarem conectadas à rede, não é hora de nos antecipar aos acontecimentos?
- O mito de que as novas tecnologia despersonalizam a sociedade é uma realidade presente muito mais pela falta de conhecimento do que pelo seu real entendimento. Não é hora de trabalhar sistematicamente a difusão da cultura da comunicação informatizada delineando a real amplitude do alcance das novas tecnologias como parte da educação, para que as pessoas se apoderem desse conhecimento visando sua desmitificação?
- O outro extremo é o fascínio pelas tecnologias que pode levar a um estado de embriaguez pela informação. Um aspecto a ser trabalhado seria a idéia de que, devido ao grande volume de informação disponível, 'inteligente' nos dias de hoje é a pessoa que sabe selecionar o que não ler.

### c) Sobre a nova concepção de escola: a informatização

O uso do computador nas escolas (particulares) é hoje uma realidade inegável. A temática da propaganda das escolas particulares em dezembro último, na matrícula para o ano de 1995, foi a informática. Os cadernos semanais sobre informática dos grandes jornais sempre trazem reportagens sobre a utilização do computador no ensino de 1º e 2º Graus e mesmo na Pré-Escola. Essa realidade pode ser ilustrada com alguns trechos de reportagens:

- "CHEGA DE GIZ! Conheça a revolução que o micro faz nas escolas."
- "O diretor da escola Y explica que a escola esteve ligada via Embratel com o Tribunal Superior Eleitoral, quando a cada 30 minutos a escola recebia informações oficiais de todos os estados do Brasil, desta capital e do interior do estado, incluindo o percentual de urnas apuradas".
- "No mês de dezembro os alunos do 3º ano vão fazer toda a revisão do ano nos computadores, onde poderão rever todos os conteúdos estudados, além de fazer testes simulados, com resultado imediato".
- "Em 95 o centro educacional X vai implantar a Biblioteca Multimídia, o que permitirá todos os alunos a pesquisar com o auxílio de CD-ROM.

- "A escola Z, onde os professores desenvolvem atividades em diversas disciplinas com o computador, já inclui a Internet no seu currículo".
- "A faculdade K inaugura em março de 1995 um curso de graduação em tecnologia educacional, com currículo aprovado pelo (antigo) Conselho Federal de Educação com duração de quatro anos, e todos os alunos vão aprender a usar a Internet."(!!!!)

Modismo? Supérfluo? Necessário? Simplório?

Independente de questionamentos estes trechos retratam um processo instaurado em andamento, e que parece irreversível devido à tendência mundial iniciada há mais de três décadas. A utilização da informática a nível educacional desponta como questão de sobrevivência no mundo atual onde mais um conceito é re-definido: o analfabeto sendo o indivíduo desconhecedor e não hábil de manipular novas tecnologias.

Outros trechos de reportagens demonstram os reflexos deste processo no questionamento do estabelecido, com possíveis conseqüências que não podem ser ignoradas. Os exemplos abaixo questionam o papel do professor:

- "... Em escolas de São Paulo, o quadro negro está perdendo espaço para o computador ligado à rede, e o professor não é mais o todo poderoso na sala de aula".
- "...em vez de mero repassador de informações, o professor vai ensinar os alunos como encontrar caminhos para buscar informações, seja na Internet ou em BBS's locais".

A partir destes fatos, observa-se que ao invés de ser utilizada como um meio, a informática está sendo empregada basicamente como um fim, demonstrando dessa forma uma completa falta de propostas educacionais para o seu uso. Qual é nossa posição frente a todos estes fatos?

Creio que existem dois eixos de discussão intimamente ligados. O primeiro e mais importante, diz respeito à integração da informática na prática pedagógica: ele está relacionado à proposição de estudos e pesquisas sistematizadas que conduzam à elaboração de projetos educacionais locais, que visem o desenvolvimento de uma prática pedagógica, firmemente calcada em aspectos psicopedagógicos, para a integração da informática no cotidiano escolar. Nesta perspectiva, a informática não é entendida como mais uma disciplina independente, com professores específicos. Mas sim como um potencial transdisciplinar a ser explorado e experienciado. O segundo eixo de discussão diz respeito ao fomento de recursos humanos especializados, que proveriam respaldo técnico para o estabelecimento dessa transdisciplinaridade, seja através do desenvolvimento de softwares educativos ou de qualquer outro tipo de interface.

**d) Sobre a antiga ordem social: o público vs. o privado**

Todas essas novas concepções e perspectivas deparam com a antiga ordem social estabelecida, onde o que é público fica muito aquém e atrasado (quando não eternamente defasado) do que é privado. Em face desses fatos descritos de nossa realidade local é imprescindível efetuar alguns questionamentos para direcionar possíveis planos de ação.

- Como poderemos nos enquadrar e usufruir dessa revolução sem causar a reafirmação do apartheid social estabelecido em nosso país?
- Como poderemos evitar o estabelecimento de mais um parâmetro de elitização em nossa estrutura social, a partir da presente informatização da escola privada e de sua ausência nas escolas públicas?
- Como poderemos evitar a reafirmação da antiga dicotomia de qualidade entre a escola pública e a escola privada?
- Não é hora de se estabelecer pequenos projetos de integração da informática na prática pedagógica na escola pública, com a formação de recursos humanos, contínua avaliação de resultados, visando a eliminação de ilhas tecnológicas patrocinadas pelas escolas privadas?

**Conclusão**

A idéia inicial era a de tentar interligar diferentes perspectivas do mesmo processo com o objetivo de, não propor soluções, mas acima de tudo de prover subsídios para uma reflexão e discussão em torno de um tema tão atual e muitas vezes tão desprovido de atenção e análise por nossa parte.

Alguns pontos desse texto podem parecer apologéticos do discurso da modernidade. Outros, atingindo os limites da fascinação com as novas tecnologias. Outros talvez, tendenciosamente questionantes. À primeira vista algumas questões podem parecer descabidas através do filtro discursivo polarizador da deficiência: como pensar em alocar recursos nesta área se mais de 30% da população vive em condições de miséria. Ou como pensar na integração da informática na prática pedagógica, se os problemas da educação básica são gritantes com um índice de repetência e evasão escolar só igualáveis aos países de quarto mundo.

Mas a proposta é essa mesmo: a partir destes fatos e questionamentos relatados como nos posicionar, estabelecer planos de ação, atuar no sentido de concatenar todas as variáveis desse processo revolucionário tecnológico, de forma a nos adaptar à nova ordem de universalismos sem perder de vista as nossas inerentes diferenças. Ou como disse Anita Novinsky, como nos adaptar à uniformidade internacional sem perder a identidade na homogeneização tecnológica.

Talvez tudo isso não passe de uma utopia.

Mas a ousadia é parte integrante da criação do futuro, hoje.

## MESA REDONDA IV: Formação do professor e do Pesquisador em Ensino de Física

Coordenadora: Prof.<sup>a</sup> Jesuina de Almeida Pacca - USP

---

Esta mesa redonda tem por objetivo retomar a questão do profissional em ensino de Física, tanto dirigida ao professor como ao pesquisador. Na abertura do Simpósio levantamos alguns pontos para discussão e deixamos algumas perguntas como sugestão para encaminhamentos das discussões nas diferentes atividades que se realizariam durante esta semana de trabalho no SNEF. As atividades principais distribuíram-se em Encontros, Painéis, Comunicações de trabalhos de pesquisa e Cursos sobre temas específicos e conteúdos bastante variados.

Acompanhando as seções que ocorriam sempre paralelas seguindo os três eixos temáticos propostos pela organização do Simpósio, procurou-se extrair informações que pudessem contribuir para pensar e refletir sobre as questões levantadas, além de outros dados que nos parecessem relevantes para o contexto temático.

Para acompanhar a elaboração e o desenvolvimento do tema seria interessante analisar os Relatórios que deverão ser produzidos pelos coordenadores dos Encontros C1, C2, C3, A1 e A2 que se mostraram interessantes do ponto de vista dos conteúdos e idéias a serem discutidas e produzidas.

Participando de parte deles e conversando com os coordenadores ao final das atividades percebe-se que os resultados são essencialmente descritivos de situações localizadas, sem grande aprofundamento quanto à análise e à interpretação do objeto da discussão. As questões apresentadas na Mesa Redonda de abertura do Simpósio, que em princípio tinham o objetivo de abrir discussões no decorrer do evento não foram sequer lembradas com raras exceções.

O Encontro C1-Formação do pesquisador em ensino de Física: as ofertas atuais- limitou-se a informar sobre cursos de Pós-Graduação existentes no país, não havendo nenhuma discussão acerca do papel que esses cursos têm desempenhado, dos seus objetivos ou de propostas para eventuais modificações. Obviamente questões sobre a competência do profissional que está sendo formado não foram tocadas.

Algo semelhante ocorreu no Encontro C2-Formação de Professores de Física: as Licenciaturas. Não houve preocupação em se discutir e analisar as propostas tendo se limitado a relatos buscando informar e favorecer futuros intercâmbios.

O Encontro C3-Formação do Professor de Ciências para o Primeiro Grau avançou um pouco na discussão sobre o perfil dos profissionais que estão sendo formados e colocou a necessidade de avaliação dos Cursos de Aperfeiçoamento que se realizam bem como de melhor explicitação da competência desejada para esses profissionais.

Um resultado interessante, no caminho de uma análise crítica do objeto discutido ocorreu em dois encontros do eixo temático A. No Encontro A1-Física nos Cursos de Formação Profissional de Segundo Grau- foram discutidos problemas

interessantes ligados à dinâmica e aos programas de tais cursos, como por exemplo a necessidade de explicitar objetivos desses cursos e o papel do conteúdo de Física na formação desses profissionais. Além disso levantou-se a questão da importância da participação dos docentes na elaboração dos currículos.

O Encontro A2-Propostas Curriculares de Física: Metodologia, Distribuição de Conteúdos, Avaliação- tocou em alguns pontos importantes referentes à competência dos professores de primeiro e segundo graus, ligados às dificuldades em avaliar e escolher textos didáticos, o que estaria trazendo grandes prejuízos ao ensino visto a grande quantidade de livros didáticos de péssima qualidade e com erros graves essenciais.

As seções de Comunicação Oral, referentes ao eixo C, tratando da formação do professor de Física e do pesquisador em ensino de Física repetiram basicamente o mesmo quadro de tratamento do problema: caráter descritivo das pesquisas sobre propostas de cursos e sobre a prática do professor. A preocupação com a transferência de resultados para sala de aula parece deficiente quando não ausente; geralmente os próprios autores dos trabalhos são os executores das ações e os realizadores dos programas. Quando aparece alguma proposta de análise ela é interna ao programa. Entretanto verifica-se em grande parte dos trabalhos resultados que apontam para o aprofundamento sobre modos de pensar dos indivíduos e sobre as chamadas concepções alternativas. Um grupo significativo de trabalhos apresentados dentro do eixo C trata de experiências e inovações no ensino.

Nos Painéis as coisas não foram diferentes: trabalhos sobre Atualização de professores, com a implementação de propostas de intervenção na sala de aula, quase sempre direta do pesquisador; as leves direções apontando para a questão da transferência para a sala de aula não se concretizaram e não se mostraram claras. Muitos trabalhos também trataram das concepções dos estudantes

É interessante notar que no eixo B -Ensino-Aprendizagem- encontraram-se alguns dos elementos capazes de caracterizar um perfil de professor ou caracterizar processos de formação e projetos, cursos ou currículos para formação de profissionais. São trabalhos sobre as concepções dos professores; implementação de propostas para Licenciatura ou disciplinas de Licenciatura; aperfeiçoamento à distância; estudo da prática do professor e pesquisa-ação.

Quanto às Palestras, duas tratavam literalmente da formação do professor: Retrospectiva da Formação de Professores e Avaliação na Formação do Professor de 3º e 2º graus.

A primeira delas, proferida pela Profª Iria Brzezinsky, trouxe informações sobre as maneiras que se têm discutido a formação de professores em geral, com seus diferentes Programas e nos diversos foros de discussão: ANDES, ANPED, ANFOPE, etc. Foi interessante notar a enorme distância entre essas instituições e os espaços onde se realizam as pesquisas ou onde se encontram os resultados mais recentes dessa pesquisa.

De modo geral sente-se que está havendo pouca reflexão sobre o que se está fazendo, além de pouca comunicação entre os envolvidos com a formação de profissionais, nos centros de pesquisa e nos centros de gerência. Muito importante para os pesquisadores talvez seja o repensar a mudança de perspectiva que parece ter ocorrido nos últimos anos, deslocando o problema da transferência dos resultados das pesquisas para a sala de aula para o problema do professor pesquisador da sua sala de aula.

Esta Mesa Redonda continuou com as apresentações dos temas: A pesquisa e a sala de aula (Prof. Moacyr R. do Valle) e A formação do professor pesquisador de sua sala de aula (Prof. José André Angotti). Seria importante retomar seus discursos, que deverão estar publicados nestas atas do SNEF e completar esta análise, procurando avançar na direção das perguntas inicialmente apresentadas.

A discussão que se seguiu levantou questões importantes que devem ser retomadas para aprofundamento da discussão, sugerindo que esta tenha continuidade e que volte a considerar as perguntas iniciais. A primeira questão diz da falta de reconhecimento encontrada pelas pesquisas em ensino junto às Instituições em geral, lembrando que nos órgãos financiadores as áreas temáticas correspondentes são temas pouco específicos, mal definidos e excepcionais; muitas vezes identificados pela rubrica "outros"

Foi sugerido que se retomasse problemas anteriormente colocados sobre a formação do Profissional de Educação para aprofundar as discussões e a compreensão da própria questão determinando novas linhas de atuação. Ficou clara a necessidade de procura de maior clareza sobre o perfil desse profissional e o significado do professor pesquisador da sua sala de aula. Juntamente com todas essas preocupações, surge o temor maior de professores pesquisadores de algumas regiões do Brasil que vêem cursos de Licenciatura serem extintos sumariamente, com justificativas na ausência de alunos, sem que se procure neste fato outras explicações ou outras implicações.

Algumas questões, aparentemente amplas mas que devem ter significado e consistência para os pesquisadores dedicados à formação de professores, poderiam complementar aquelas sugeridas na Mesa Redonda I, sobre esse tema: Quais são as dificuldades em transferir para a sala de aula os resultados das pesquisas em ensino? Qual é o perfil do professor-pesquisador? Qual é o projeto de Licenciatura que forma esse profissional?

---

### **A Pesquisa e a Sala de Aula - Prof. Moacyr Ribeiro do Valle - USP**

---

Este simpósio é sobre as mudanças e, já que estamos falando de mudanças, quero fazer uma afirmação: Eu quero dizer que eu não consigo mudar de idéias. Para mim esse é um processo difícilimo e raro.

Pode parecer absurdo e mesmo incoerente falar assim, mas eu, como toda a gente, sou o único e legítimo guardião das minhas próprias verdades. Não as devo ficar mudando a torto e a direito.

Claro, entre idéias e verdades vai sempre uma diferença e, é óbvio, também, as idéias que eu guardo são as que julgo verdadeiras. Por que razão que se conheça ficaria entulhando minha cabeça com idéias falsas? Sou como todo mundo um desconfiado guarda de segurança que pede credenciais às idéias externas. Este processo de defesa não faz as verdades serem verdades mas, em compensação, as torna minhas. E esse jogo de posse é fundamental para que a própria definição da verdade acreditada seja operacional.

Escrevi sobre sonhos e verdades docentes e apresentei as idéias sonhadas aos professores do Estado de São Paulo, através de uma nova publicação da Secretaria de Educação, lá, chamada Diário de Classe.

Agora, pouco tempo depois, não posso ter mudado de idéias ainda. Não posso re-sonhar o que acredito ser verdadeiro na relação entre pesquisa e sala de aula.

Assim me vejo na obrigação de manter a verdade acreditada e dizer num simpósio que é nacional aquilo que já disse por escrito em âmbito local.

O mudar na escola acaba, cedo ou tarde, virando mudança curricular e essa mudança perpassa sempre os discursos e os cursos e afeta, irremediavelmente, a formação de professores. Daí a necessidade de gerenciamento dos

### **"Sonhos escolares: Cursos e Discursos.**

Dizem alguns que sonhos são só isso: Flipperamas gratuitos, jogos divinos utilizados para não desligar a máquina da vida.

*(Sonhado numa noite dessas)*

Se quisermos que o mundo mude, é fácil, é só soltar as rédeas e esperar.

Necessitamos urgentemente de uma reforma curricular. Esta verdade constatada está presente direta ou indiretamente em todos os discursos sobre a melhoria do ensino. Embutida nesses discursos está também a crença, verdadeira, de que sem a capacitação adequada do professorado não há salvação. Daí salta-se inadvertidamente do prognóstico para o tratamento à base de cursos. Cursos pequenos, médios e grandes, de longa ou curta duração. A escola pública, que hoje se sente enferma de tanto ouvir isso, é também é um pouco hipocondríaca, atende ao chamado sem muita resistência, tentando livrar-se da doença crônica da subnutrição de recursos e poder.

Toma os remédios e, às vezes, se envenena com eles sem o saber e depois, ainda, passa para frente as receitas, para os alunos, iniciantes nas artes da purgação.

A medicina curricular é alopática, daquelas que extirpa tumores e humores na base do bisturi. Por enquanto, só às escondidas se pratica a curandeiragem que trata primeiro da alma para depois olhar o corpo dos currículos.

Pode-se montar um currículo com muitos cursos e um curso sobre currículos, mas não se pode fazer as mudanças necessárias somente através de cursos. É preciso algo mais.

### **Sonhos realistas e hipóteses sonhadoras.**

Não se deve acreditar piamente em cursos. Nem nos que os professores assistem, nem nos que ministram. Cursos são, às vezes, recursos, para criar espaços e situações onde coisas acontecem. E se não acontecem ficam vazios, sendo que essas coisas não acontecem só neles.

Estamos nos referindo a trabalhos, compromissos e empreendimentos, normalmente coletivos, que mobilizam as cabeças, geram necessidades para aprendizados específicos e dão aos participantes a sensação não falsa de estarem construindo algo. Trabalhos que se montam e desmontam para novamente poderem ser refeitos.

Tece-se de dia à espera de Ulisses, que não vem e nem pode vir para não desencorajar o sonho. Desmancha-se à noite, enquanto desmancha-se a noite. A construção de um currículo é uma eterna busca coletivamente solitária ou solitariamente coletiva.

Uma proposta curricular vale pela sua elaboração; depois de pronta, não vale mais nada, já esgotou a sua capacidade mobilizante. Talvez sirva como ponto de partida para a reconstrução criativa em outras situações, em outras escalas, ou mais amplas ou mais restritas. Trata-se, no entanto, de uma outra proposta que nunca pode ser tão nova a ponto de desconsiderar o já pensado e nem tão velha que efetivamente nada acrescente ao já existente. A mola que gera o esforço é sempre a busca do que não se sabe, a busca que organiza temporalmente as condutas e lhes dá sentido.

Assim, qualquer proposta curricular pode ser ponto de partida para o empreendimento que pretende superá-la e se, por acaso, a superação não se encontra no horizonte de trabalho, então o trabalho não é visto como valendo a pena. É trabalho mesmo, não é criação, e a ele faz falta a ansiedade do desconhecido. Neste sentido a escola precisa urgentemente ser ousada e criativa para poder encontrar o prazer no trabalho que realiza.

Todo professor com alguma experiência já organizou sua vida docente segundo as circunstâncias que encontrou pela frente. Depois de lutar contra alguns dos condicionantes em que esbarra, acaba, na maioria das vezes, resolvendo os problemas de ensino e, abdicando de atacar os problemas de aprendizagem, encerra a pesquisa fundamental e reproduz condutas instituídas. O progresso individual não cabe na solidão do silêncio compartilhado.

Neste quadro desanimador da abdicação sobram muitas questões e, como nos crimes, não existem suspeitos sem um bom motivo.

Que motivo têm os professores para embarcarem em programas de capacitação se não percebem, simultaneamente, mudanças nas conjunturas onde essas

pressupostas capacidades possam florescer? O que eles querem efetivamente? Os promotores e os participantes? O que sobra disso tudo e o que muda com e depois de um programa de capacitação?

Quem decide que mudanças devem ser feitas? Quais são os graus de liberdade para mudanças nas estruturas curriculares das escolas? Com base em que escala de agrupamento são concebidas as mudanças? Com base no conjunto de todos os professores da escola, no conjunto de professores de uma área ou com base no trabalho de professores individualmente?

Os mecanismos de capacitação incluem cursos? Por quê?

Mudanças são desejáveis e desejadas?

Muitas ou talvez todas essas perguntas já estejam respondidas e este é o problema. É difícil recolocar questões onde respostas já assumiram o papel de pressupostos de condutas e políticas.

Mas é permitido e útil fazer conjecturas e através delas sonhar com possibilidades. Imaginar situações hipotéticas plausíveis e tirar-lhes as conseqüências.

Imagine-se que, de repente, não mais que de repente, todo o currículo da escola de segundo grau fosse alterado e, entre proibições e incentivos, não mais se ensinasse o que hoje se ensina. Olhando, por exemplo, o conteúdo dos cursos de Física, afinal, o que é que se estaria perdendo? A formação cultural da nossa juventude ficaria muito mutilada? Poder-se-ia encontrar, na Física, outros assuntos que preenchessem tão bem ou melhor o espaço curricular aberto?

Sim, é possível dar resposta positiva a esta última questão.

Se é plausível e desejável uma renovação revolucionária nos ingredientes disciplinares, por que não a fazemos?

Na Física estamos, hoje, e nos seja perdoada a liberdade histórica, no impasse que a escola teria vivido, depois da fundação da ciência moderna, entre escolher ensinar o que diria Galileo Galilei e o que poderia haver dito Aristóteles. Teria de escolher entre uma nova verdade desorganizante das situações de ensino e uma velha verdade já desacreditada que continuava, porém, instrumentalmente arranjada para o trabalho docente. Mesmo assim, não só por preguiça, se continuaria ensinando Aristóteles.

Quem escolheu o que hoje se ensina? Quem deve escolher agora? Que verdades das prateleiras do "saber atual" serão selecionadas e servidas nos currículos escolares?

Muita gente deveria participar dessa escolha e no meio dela deveria estar o professor. Talvez o professor devesse mesmo, em conjunto com seus pares, ficar responsável pela sondagem das expectativas e implementar as mudanças. Afinal, a definição, organização e avaliação curricular parecem ser atribuições intrínsecas da própria docência. Se elas não têm sido exercidas na sua plenitude é porque ou têm sido delegadas ou têm sido conjunturalmente subtraídas.

E aqui entram de novo os cursos e os discursos.

Mas o que há de essencial nas mudanças que não cabe integralmente nos cursos e é imprescindível às tentativas verdadeiras de melhoria do ensino?

A busca, o jogo. O jogo da busca.

Os jogos como os cursos são falsidades úteis nos quais se preparam o espírito e o corpo para a luta aberta da vida. Mas aqui se trata de falsidades diferentes. Nos cursos, o resultado está pronto e definido, são os meios que podem variar, trata-se de anunciar verdades acreditadas. Aliás, cursos são cursos porque neles se podem prescrever objetivos e avaliações, conhecem-se os fins ou pelo menos sonha-se com isso. Nos jogos, ocorre exatamente o contrário: as regras são rígidas e conhecidas de antemão, o que se desconhece é o resultado. Residindo, talvez, a essência do lúdico nessa indefinição fundamental.

Conhecemos pouco a história da mudança das idéias. Da nossa e da dos outros, por isso é tão difícil ensinar.

Os sonhos não registrados dos ensinantes e dos ensinados, esses ficam para o subsolo dos projetos de reforma que aguardam o momento em que se possam mostrar inteiramente à luz. Mas ensinar é preciso e viver também o é, não se pode parar de fazer nem uma nem outra coisa. Por enquanto ensina-se e obedece-se à Lei de Carnot, na escola.

Na atividade de ensino existe uma grande margem de desperdício intrínseco. Uma razoável quantidade de energia é despendida e um esforço não nulo é aplicado para que, ao final, não se consiga trabalho realizado útil quase nenhum. Este seria, no final das contas, demover pontos de vista. Como sempre, o trabalho motor é igual ao trabalho resistente. Gera-se muito calor quando não é o calor que se quer.

Na imagem Física do produto escalar do esforço pelo deslocamento de posições, as forças escolares e os desejos de percursos são atravessadamente perpendiculares entre si, resultando, daí, talvez porque co-seno de noventa seja zero, que é necessário aplicar forças, para permanecer no mesmo lugar. A inércia de Newton não explica, sozinha, no mundo dissipativo das urgências adolescentes, os estados de movimento para o futuro.

O sonho de todo professor é que os sonhos de seus alunos sejam iguais aos seus. E nisto consiste a sua ilusão de sobrevivência.

Sonhos são propriedades ou impropriedades de cada um. Não se os policia.

A nova geração é nova pelo menos por dois motivos: 1. quer e precisa suplantá-la e, exatamente por isso, precisa dela. 2. acredita que isso é possível e por isso a ela se submete. Inventá-la e ostentá-la descaradamente. Veste-se de maneira distinta. Comporta-se de modo a provocar escândalo. Define caretas e caretices de pensamento para arregimentar os pares e fundar o comum, o novo comum que pode, talvez, renovar os espíritos. A escola mexe com o futuro. Com o futuro dos outros. Precisa ter um grande cuidado para não desmanchar as marchas. Tem sob sua guarda parte substancial das esperanças do mundo, disponíveis na cabeça de seus alunos.

O presente é exatamente o ponto médio entre duas ilusões: a do passado e a do futuro. Não há porque dar preferências a qualquer uma delas. Uma, com base no existente, diz do não existente ainda e a outra fala dos instrumentos disponíveis para fabricar existências. Uma não vive sem a outra e uma só vive para a outra.

Temos, no presente, que gerenciar ilusões. E a escola não escapa disso. Aliás, tem toda a responsabilidade de só fazer isso. Ela escolhe o pedaço do passado que será apresentado e representado. Ela seleciona, dentre as aspirações, aquelas pelas quais tem preferência e, por essa seleção, subtrai condições de sobrevivência, sufoca as outras. O conjunto da sociedade paga um preço muito alto por isso. Paga o preço da restrição precoce das chances. Mas, que se há de fazer. Não se pode impedir o mundo de rodar, não se pode impedir os nascimentos e nem as mortes. E, depois, não fazer nada é já fazer alguma coisa: a pior delas.

Fizemos mais acima uma conjectura escandalosa, dessas de deixar professor de cabelo em pé e aluno em estado de euforia. Dissemos que a Física da escola poderia ser outra. Loucura pura e simples. Isso não é verdade. As coisas não mudam assim, da água para o vinho, e currículo é coisa séria, os grandes ou os pequenos.

É bom fazer aqui algumas marcas de distinção no uso corriqueiro das palavras. A palavra currículo é muito ambígua, pelo menos em tamanho e sofrimento. Tanto diz do conjunto das vivências escolares já sofridas por alguém, como daquele conjunto que se escolhe para os outros virem a sofrer ainda. O conjunto das atividades de ensino de uma dada disciplina é um currículo. A composição das disciplinas, nos cursos, nas séries e nos anos, forma um currículo. O corpo de conhecimento total que uma nação escolhe como a cultura que deve ser trabalhada sistematicamente, também. Quem fala currículo fala do quê?

Em que escala devem surgir as novidades? Quem as inventa e promove? Quem deveria inventá-las e promovê-las?

O grande pode mudar sem que o pequeno se altere muito e vice-versa, o pequeno pode-se fazer outro sem que o maior o descubra. Existem disputas inconfessadas entre os níveis e, às vezes, desconfianças mútuas surgem e perpetuam dissidências. Pena que assim tudo fique falso. Em questões de ensino, no exercício da docência, ninguém pode, em sã consciência, jogar fora o que já faz e que escolheu fazer por gosto ou necessidade. Pelo uso já sabe se lhe convém ou não, qualquer que seja a definição de conveniência. O que não pode, para manter a consciência sã, é fazer da sua escolha lei para os outros. Todos os currículos de todos os níveis e graus precisam ser negociados entre executantes sofredores e sofredores da execução.

O caráter essencial de uma proposta curricular é permanecer sempre proposta. No dia em que se tornar regra está morta. Isto vale também entre professores e alunos. O professor de qualquer tipo tem por obrigação, em qualquer época e em qualquer grau, descobrir nos sonhos e aspirações de vida de seus alunos a serventia dos instrumentos intelectuais que lhes oferece. O mais simples, às vezes, é perguntar a eles, mas o melhor é obrigá-los a fazer escolhas, pela estratégia de definir liberdades de caminho.

O átomo de currículo deve ser livre. Daí para a frente, no crescente das hierarquias escolares, o problema é só o do trânsito e negociação das liberdades.

E que trânsito! A questão, agora, diz respeito aos processos de coletivização. Mas, sem querer abrir parênteses inoportunos, não estaríamos esquecendo a criação de novidades? Não estaríamos fugindo de questões levantadas neste artigo? Não, a intenção não é essa. O objetivo da argumentação aqui é dizer que, apesar das novidades e criações didáticas serem o alimento do ensino, elas não florescem ou vingam se não se cuidar do trânsito.

A mudança curricular começa quando a novidade se difunde, não quando é criada, seja em que escala for. E o problema não se restringe à sua propaganda, vai mais fundo, diz respeito à sua adoção. Coletiva.

Portanto o trânsito entre os diversos escalões e entre os pares de um mesmo patamar é essencial. E o que transita não são caminhões de regras, mas de idéias, melhor ainda, o poder de decidir sobre idéias. É o trânsito das influências e das seduções. Toda idéia para vingar e produzir prole precisa estacionar em lugar disponível, onde não exista uma placa de proibido, precisa ser adotada.

Assim, as novidades de ensino podem surgir em qualquer lugar que tenha fôlego para produzi-las. Quem já tem fôlego compulsório, senão não agüentaria o baque, é a própria escola. Pena não listar a criação do novo nos seus objetivos operacionais e assim esquecer de brigar, modestamente, também pelos recursos e meios necessários a essa criação. As universidades e algumas outras instâncias, por outro lado, fazem alguma coisa, mas de nada adianta se as parcerias não forem completadas. No final a coletivização da adoção decide tudo. Decide o currículo verdadeiro, o vigente, aquele que nunca está em definitivo declarado no papel.

E as vias públicas, como andam?

Alguns buracos e muitas placas de contramão.

Não há nenhuma necessidade aqui de definir buraco. Cabe só o ligeiro comentário de que esta palavra, como currículo, se presta a inúmeras criações de sentido. Os leitores que dêem asas à sua imaginação. Na acepção que nos interessa, pode-se dizer que corresponde à lacuna. Uma falta prejudicial que impede o exercício livre da influência mútua, uma falta de hábito, uma falta de meios para dizer do que se faz e do que se quer fazer. Falta também um mapa geral das ansiedades e desejos intelectuais do povo. O mapa dos sonhos.

Mas tudo isso está diretamente ligado às placas de contramão. Não se sabe quem as pôs, e depois de postas ninguém tem coragem de arrancá-las como se elas tivessem nascido junto com as ruas. Estamos falando dos discursos que andam pregados nas esquinas. Os velhos discursos das incompetências docentes e discentes: o professor precisa saber mais, precisa ser reciclado; os alunos não têm nível, por isso não acompanham a matéria. Estas são necessidades segundas, que podem até existir, mas que só podem ser definidas depois de estar respeitada a primeira: a liberdade de decidir para onde ir. E nisto todos os viventes são competentes em conjunto. Sobre a maledicência das ignorâncias disseminadas se sustenta o modo de fazer e mudar

currículos. É porque o ensaio curricular das inovações não está sonoramente pregado nos discursos da educação, como papel intrínseco da docência, que se rouba dela o seu papel fundamental de discutir e decidir, em última instância, e coletivamente, sobre a mudança. Mas é bom que se lembre, só pode legitimamente decidir sobre mudanças quem já por natureza é mutante. A sala de aula deve ser o lugar primeiro e último da avaliação das alterações curriculares e os alunos, que no fundo são, pelos seus desejos, representantes das aspirações das comunidades, devem ter cinquenta por cento dos votos. Afinal é das chances da vida deles que se fala.

Num outro processo, que hoje não é o de regra, e que é extremamente difícil de implantar, mas que mesmo assim não é utópico e bem pode numa guinada qualquer começar a florescer, a escola acorda de sua função reprodutora e transmissora e começa a refazer a criação. Vira a intérprete legítima das ilusões e sonhos da comunidade que atende e assume o papel primeiro na criação curricular. E contra essa rebelião das massas ensinantes não há como opor resistências, pois, trabalho coletivo significativo não se joga fora, sob pena de trocar trigo por joio, prata por chumbo e falsear dólares. A força da opinião coletiva e voluntariamente elaborada não encontra substituto simples nos produtos de legislação sob encomenda. Há que preservar a riqueza do espontaneamente aflorado, sob pena de, ao não fazê-lo, não se ter riqueza nenhuma. Isto é sabedoria chã.

O mundo da convivência escolar produtiva só se alimenta, em verdade, desse, coletiva e espontaneamente gerado, sanduíche natural de bom senso. As toxinas dos interesses de poder, nos enlatados e importados de outros planetas, continuam perigosas; dizem os cientistas políticos e os não políticos. A escola tem que ter a força das opiniões geradas dentro de si própria para resistir aos vendavais das mudanças de política, que ocorrem em média de quatro em quatro anos.

Que Física ensinar nas escolas? Ora, as que podem atender às necessidades dos que aprendem. E se não for assim, parece, eles não aprendem. Cumprem regras, submetem-se a provas, mostram que são capazes de redizer o já dito, mas depois, livres e sozinhos, esquecem. Esquecer é uma dádiva. A vida tem, além dos sonhos, outros artificios para manter as consciências em funcionamento útil, ela enferruja maquinarias, recicla conceitos, põe fungos nas idéias velhas de maneira que o passado só se preserva íntegro na cabeça dos tolos, pois, no restante dos normais, o dia de amanhã já venceu por antecedência a luta com o dia de hoje.

O currículo de uma escola não precisa ter lei, graças a Deus, pode ter em troca uma carta de alforria que liberta as pessoas na pressuposição do bom uso da liberdade. É interessante que se respeitem os interesses, dirá. É fundamental que os que se formam escolham caminhos de formação. Não precisa dizer mais nada, que mais há para dizer?

Nós, como muita gente, acreditamos na parcimônia dos princípios e na clara naturalidade das liberdades exercidas. Fora disso temos dúvidas em tudo. Não há que temer a desordem. Ela é, em suma, a possibilidade de ordenar. Assim um pouco de

anarquia pedagógica na escola é o mal, dentre os bens, que faz falta. Deve-se mais temer o marasmo que a tormenta. Deve-se temer também a eternidade das idéias.

Bendito seja o mundo das opiniões descartáveis. O século vinte é maravilhoso por ter descoberto e exigido a reciclagem intelectual e por ter posto a nu, numa única geração, a possibilidade de tornar obsoleto o que se julgava essencialmente imutável. Viva a morte reciclante nas mudanças de idéias, a rapidez da informática que torna burra a imobilidade burocrática das academias de todos os tipos.

O currículo de depois de amanhã.

Livre. Esse, por enquanto é sonho."

Assim, eu, como todo outro qualquer professor, tenho na mudança de idéias a matéria prima do meu trabalho e, paradoxalmente, sou obrigado a ser persistente nas idéias velhas, fundamentais, que fabrico para mim mesmo.

Mas, também, como poderia eu trocar a liberdade curricular que defendo pelo seu inverso? Como poderia atacar o direito que reconheço de cada um, professor ou aluno, traçar seu caminho de formação? Como poderia vir a defender o enrijecimento de grades curriculares?

Não, não quero, não posso e não devo ficar inventando mudanças nas idéias de base, copiando a super-fluidez das idéias de superfície.

Mudar é coisa séria, é questão de escolha intrinsecamente íntima. A mudança só se faz individualmente e no seio do coletivo que lhe dá sustentação e sentido. Mudar é sempre um ato político comunitário, uma escolha, uma eleição.

Ironia útil esta que me faz lembrar que o próximo tem também a obrigação sublime de defender seus fundamentos e julgar circunstâncias. Eu, professor, só posso então fazer o convite à mudança, não posso fazer da adoção das verdades que acredito um ato compulsório.

Mas posso, porque a vida assim o permite, mesmo contrariando as hierarquias, fazer da sala de aula um centro de investigação dos sonhos e aspirações comuns, um laboratório de mudança, fabricação e defesa de idéias.

A sala de aula é essencialmente, ainda que não pareça, um local coletivo de pesquisas. Lá se faz, explicitamente ou às escondidas, à revelia ou sob incentivo dos mestres, ensaios da vida e do saber humanos.

## Referências bibliográficas

- ARIZA, R. P. - *"El Maestro como Investigador en el Aula. Investigar para Conocer, Conocer para Enseñar"* in: *Investigación en la Escuela*, nº1, p. 63(75), 1987.
- BECKER, F. - *A Epistemologia do Professor - O Cotidiano da Escola*, Petrópolis, Editora Vozes, 1993.
- COSERIU, E. - *Sincronia Diacronia e História*, Trad. Fonseca. C. A., Rio de Janeiro, Edusp/Presença, 1979.

- GIORDAN, A. e VECCHI, G. - *Los Orígenes del Saber: De las Concepciones Personales a los Conceptos Científicos*, Trad. Geldhoff, A. M., Sevilla, Diada Editoras, 1988.
- LÉVY, P. - *As Tecnologias da Inteligência - O Futuro do Pensamento na era da informática*, Trad. Costa, C. I., Rio de Janeiro, Editora 34, 1993.
- MIRANDA, H. T. e VALLE FILHO, M. R. - "Notícias de Uma Aula" - in: A Universidade e O Aprendizado Escolar de Ciências. Relatório do Projeto USP/BID Formação de Professores de Ciências, São Paulo, USP/ CECAE, p. 65(70), 1993.
- ORTEGA Y GASSET, J. - *O Homem e a Gente - Intercomunicação Humana*, Trad. Lisboa, J. C., Rio de Janeiro, Livro Ibero-americano, 2ª edição, 1973.
- SNYDERS, G. - *Alunos Felizes - Reflexão sobre a Alegria na Escola a partir de Textos Literários*, Trad. Pereira da Silva, C. A., Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1993.
- VALLE FILHO, M. R. - *O Professor como Produtor do Conhecimento sobre o Ensino*. In: *A Formação do Professor e a Prática de Ensino* - coordenadora Carvalho, A. M. P., São Paulo, Editora Pioneira, p. 61(5), 1988.
- VALLE FILHO, M. R. - "Brincar de Viver", in: Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol.14, nº 3, p. 158(61), 1992.
- VALLE FILHO, M. R. - "Sonhos escolares: Cursos e Discursos", in: Série Diário de Classe. nº 3, Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, FDE, p. 85(91), 1994.

---

**A Formação do Professor Pesquisador de sua sala de aula - Prof. José André Angotti - UFSC**

---

Recentemente, algumas pesquisas em Ensino de Física/Ciências têm sido desenvolvidas em parceria, com a participação dos docentes das salas de aula investigadas, enquanto pesquisadores. Nos cursos de licenciatura, iniciativas de disciplinas integradoras procuram priorizar a reflexão acompanhada da ação didático-pedagógica. Contudo, é ainda bastante incipiente a associação dinâmica pesquisa-ensino até na graduação. Formam-se no país poucos (muito poucos) bons pesquisadores em Física e em ensino de Física; dos quais muitos não questionam minimamente sua prática docente, outros não conseguem transferir ou adaptar para aquele espaço os elementos essenciais que caracterizam os processos de investigação. É difícil ensinar-pesquisando e pesquisar-ensinando, mesmo para docentes pesquisadores. Uma alternativa bastante acadêmica seria a orientação, instituída por um programa conjunto de IES do país com experiência nesta atividade pioneira; orientar interessados para o que, como, para que pesquisar nossas interações em sala

de aula. A divulgação efetiva do acervo já formado, acompanhada das tendências atuais de pesquisa parece mínima necessidade, visando garantir a formação de grupos, eixos e temas de pesquisa nos vários níveis de escolaridade. Operacionalmente, uma base de dados serviria a essa e outras demandas.

---

**Metodologias de Pesquisa em Ensino de Física - Prof.<sup>a</sup> Maria Cristina Dal Pian - UFRN**

---

A pesquisa em Ensino de Física tem suas raízes na Física. Foram Físicos, membros da Sociedade Brasileira de Física e professores universitários, que colocaram as primeiras questões relativas ao ensino e que procuraram formas de resolvê-las. O fizeram, com os conhecimentos e métodos de pesquisa de que dispunham. Ao longo dos anos, tornaram-se pesquisadores em ensino de Física. Alargaram seus conhecimentos para discutir questões pedagógicas, psicológicas, sociológicas, epistemológicas. Construíram um campo de investigação amplo e diversificado. Enfrentaram questões práticas e políticas no campo da Educação do primeiro grau à Universidade. Ganharam adeptos de outras áreas, da Biologia, da Química, da Matemática, da Psicologia, da História... Abriram espaço para o tratamento de problemas em Ensino de Ciências e aprenderam outros procedimentos de investigação. Desenvolveram metodologias diversificadas e aprenderam a não tratá-las de forma dogmática. Nossa exposição conta um pouco dessa trajetória e sugere que algumas dessas metodologias deveriam estar sendo incorporadas mais freqüentemente, como atividades de ensino.

**MESA REDONDA V: Divulgação**

Coordenador: Prof. Henrique Lins de Barros - MAST/CNPq

---

**Revistas da Área - Prof. Luiz Orlando Peduzzi - UFSC**

---

**Centros de Ciências - Prof. Ernest Hamburger - USP**

---

**Eventos-Redes-Vídeo - Prof. Nelson Pretto - UFBA**

---

**PALESTRAS**

**EIXO A**

---

**A1 - Física Nuclear - Prof<sup>a</sup> Maria Carolina Nemes (UFMG)**

Debatedor: Prof. Paulo Gomes (UFF) (**cancelada**)

---

**A2 - A Física no Brasil: Histórico e Perspectivas - Prof. José Leite Lopes (CBPF)**

Debatedora: Prof<sup>a</sup> Susana de Souza Barros (UFRJ)

---

**A3 - Sistemas Complexos e Física - Prof. Henrique Lins de Barros (MAST/CNPq)**

Debatedor: Prof. Luiz Carlos de Menezes (USP)

---

**EIXO B**

---

**B1 - Sistema de Avaliação do Ensino Básico - Prof. Orlando Pilati (INEP)**

Debatedores: Prof<sup>a</sup> Maria Elisa Rezende e Prof. Francisco Crespo Junior

---

“Apresentação do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica - SAEB, enquanto proposta de desenvolvimento de um instrumento de monitoração e formulação de políticas educacionais voltadas para a melhoria da qualidade. Serão apresentados eixos com os quais vem se preocupando o SAEB, a sua estrutura e organização, e os resultados da primeira (1990/91) e segunda (1993/94) aferições nacionais, com ênfase especial nos dados referentes ao ensino de ciências. Outrossim, serão exploradas alternativas para que os pesquisadores/professores da área de ensino de física possam conhecer os dados e contribuir tanto na análise dos dados obtidos até agora como para o desenvolvimento do sistema”.



Prof. José Leite Lopes - XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foto: Berg Silva

## EIXO C

---

C1 - Retrospectiva da formação de professores - Prof<sup>a</sup> Iria Brzezinsky (UnB)  
Debatedora: Prof<sup>a</sup> Lúcia Almeida (UFF)

---

### CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Primeiramente desejo agradecer a possibilidade de encontrar-me discutindo Formação de Professores com meus pares no XI Simpósio Nacional de Ensino de Física, cujo tema é "Tempo de mudança".

Em segundo lugar quero parabenizar a iniciativa e o tema destacando que entendo que o tempo de mudança se dispõe para nós no meio da travessia, quando conseguimos captar o real que de acordo com Guimarães Rosa não está nem na chegada, nem na saída. Entendo ainda que só no fato de se dispor a mudar já é chegado o tempo. Estamos, portanto, na travessia para a mudança no que se refere ao Ensino de Física.

Gostaria de inserir-me na temática que me foi atribuída dizendo que discorrer sobre ela requer colocar-me numa posição de olhar a questão sob minha condição de professora e de pesquisadora sobre o assunto acerca de dez anos e como profissional engajada, desde 1981, na luta pela formação dos profissionais da educação e na luta pela valorização do magistério assumida pela ANFOPE - Associação Nacional pela Formação dos Profissionais da Educação, que ora represento.

A retrospectiva da formação de professores no Brasil pode ser feita sob os mais diferentes referenciais e pontos de vista, como por exemplo, a partir do Estado (maior agente contratante desses professores), da Legislação, da Escola, dos Gestores da Escola, da Prática Pedagógica, do Sindicato, da Associação, outros. O desafio que me imponho é tratar a história da formação de professores a partir da perspectiva da ANFOPE.

A delimitação de minha intenção conduz-me a lembrar que a ANFOPE é uma associação científica e política que congrega pessoas interessadas em formação de professores e tem como finalidade socializar o conhecimento produzido nesta área pelas diversas instituições formadoras e também produzir conhecimento sobre este assunto.

A fim de cumprir tais finalidades, a ANFOPE, ao mesmo tempo em que busca construir um pensamento sobre a formação de professores, procura realizar propostas concretas quando se coloca como parceira solidária (o que não dispensa a análise crítica) das experiências que vão se desenvolvendo nas Instituições de Ensino Superior-IES formadoras de profissionais da educação e que se embasam nos princípios do nosso Movimento Nacional, atualmente com 14 anos de existência. As propostas de formação que assimilam tais princípios passam a ter voz na ANFOPE, visto que não cabe a essa Associação, por si só, propor uma política de formação de profissionais da educação. Desse modo a retrospectiva da formação de professores

confunde-se com a própria trajetória da ANFOPE, que se estruturou em três momentos: o do Comitê Nacional (1980-1983); o da Comissão Nacional (1983-1992) e atualmente o da Associação Nacional.

Por outro lado, a organização do Movimento Nacional por Estados e Regiões permitiu desde 1983, que fossem promovidos debates, discussões, encontros e outros eventos no sentido de recolher a produção que é feita em nível nacional sobre a questão e traçar princípios e diretrizes de uma política de formação de professores, o que vem se construindo nos sucessivos Encontros Nacionais realizados (em número de sete até os dias atuais).

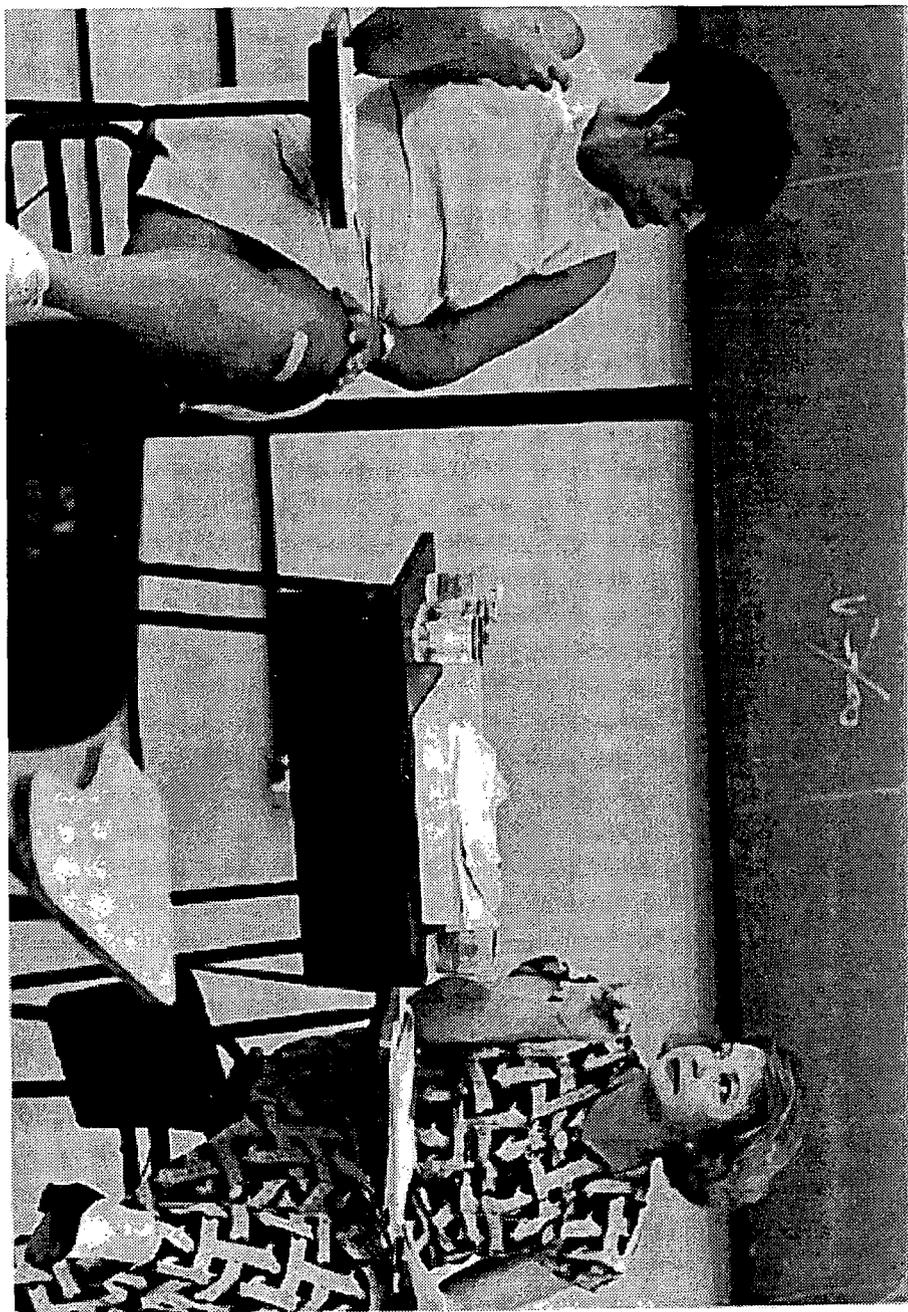
Cabe à ANFOPE, ainda, manter a vigilância ao poder instituído para que não sejam propostas reformulações curriculares à revelia dos profissionais que atuam cotidianamente na formação de profissionais da educação. Reformulações estas, tão a gosto do extinto CFE e do MEC com suas Comissões de "autoridades" e "especialistas" (exemplo mais recente é a Minuta de Reformulação da Portaria 399/89, que objetiva regulamentar o registro de professores e especialistas em educação. Esta minuta, caso fosse transformada em diploma legal, estaria promovendo uma reforma universitária parcial e às avessas, desconhecendo tanto a política de formação de professores que vem sendo construída pelo Movimento Nacional nas duas últimas décadas como o projeto de LDB que tramita no Congresso Nacional, desde 1988).

Na verdade, o que realmente a ANFOPE defende são princípios que propõem uma política de formação que contemple:

- a formação inicial;
- a formação continuada;
- a valorização social e econômica dos profissionais.

Com relação à valorização social e econômica do profissional da educação essa Associação articula-se com as demais entidades sindicais e estudantis que caminham nesta direção, como parceira nessa luta. Fato mais recente, neste sentido, que merece destaque foi sua participação da Associação no Fórum Permanente do Magistério, visando à construção de uma política de valorização que se concretizou com o Pacto pela Valorização do Magistério e da Qualidade da Educação. Este Pacto foi firmado após sucessivas negociações e acordos feitos entre representantes da Confederação Nacional dos Trabalhadores da Educação, dos Secretários Estaduais e Municipais de Educação, da ANFOPE e do Ministério de Educação.

No que diz respeito à educação continuada a ANFOPE luta para que ela seja um direito do profissional e um dever da agência contratante. Nesta perspectiva, a ANFOPE busca como parceiros os sindicatos e associações de classe para que a garantia da educação continuada, com reais condições de aperfeiçoamento, especialização, atualização, outras, seja assumida obrigatoriamente pelas agências contratantes e seja programada em seus projetos político-pedagógicos.



Palestra C1 - Retrospectiva da formação de professores, XI SNEF, Jan/95, Niterói,  
Foto: Berg Silva

É no campo específico de formação inicial dos profissionais da educação que neste evento quero me ater para proceder à retrospectiva da formação de professores, o que significa discorrer sobre as principais tendências de formação, sob a perspectiva da ANFOPE.

### Principais tendências

Inicialmente devo registrar o que a ANFOPE entende por educação inicial e por profissional da educação, para depois, identificar as tendências na formação desse profissional que são gestadas no interior do movimento de educadores em prol da reformulação dos cursos que formam profissionais da educação.

A formação inicial<sup>1</sup> é entendida como formação que se realiza na educação escolar, portanto ela é formal, intencional e planejada pela escola que forma profissionais da educação. A formação inicial é a preparação profissional que antecede a entrada na profissão e que deverá dotar o profissional de condições para iniciar o seu exercício no mercado de trabalho. A formação inicial dos profissionais da educação no Brasil tem sido feita, de modo geral, em diversas agências formadoras, porém em dois níveis de formação: na modalidade Normal (nomenclatura a ser introduzida pela nova LDB), realizada, em nível de 2º grau, nas Escolas de Ensino Médio, nos Institutos de Educação e nos Centros de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério (CEFAM), e em nível de 3º grau, nas Universidades e Instituições Isoladas de Ensino Superior, em cursos de Licenciaturas Plenas (inclui-se a Pedagogia), em diferentes habilitações profissionais.

Para a ANFOPE, o profissional da Educação<sup>2</sup> é aquele que foi preparado (formado) para o domínio do trabalho pedagógico. Desse modo, o que define o profissional da educação são as relações que ele estabelece na prática pedagógica e na prática social para satisfazer as necessidades para as quais foi formado.

A tendência assumida com maior nitidez, em 1983, reafirmada ao longo do percurso do Movimento Nacional e que se fixou nestes 14 anos é a de que todo profissional da educação tem a docência como base de sua identidade profissional. Nesta perspectiva, a docência é entendida como a base comum de formação de todo educador, portanto se aplica para o curso de Pedagogia e para todas as Licenciaturas. Esta tendência pretende eliminar a histórica dicotomia entre bacharelado x licenciatura, pois todo professor é um pesquisador, bem como eliminar a questão

---

<sup>1</sup>. Entre os autores que tratam do assunto é importante consultar Bernadete Gatti. Alternativas para a formação de professores: virando a própria mesa. In: *Seminário sobre Formação de Professores para a Educação Básica: experiências do Brasil e França*. Brasília, 1992. Mimeo. e Ilma P. A. Veiga e Maria Helena O. e Carvalho. A formação de profissionais da educação. In: *Subsídios para uma proposta de atenção integral à criança em sua dimensão pedagógica*. Brasília, Mec, 1994:42-54.

<sup>2</sup>. Maiores detalhes sobre o assunto podem ser encontrados em Luiz Carlos de Freitas. Formação do educador. BOLETIM ANFOPE, Campinas, ANFOPE I (1):12-21 e Iria Brzeziński. A formação dos profissionais da escola. REVISTA ANDE, São Paulo, Cortez/ANDE, XIII (20):21-29, 1994.

docente x especialista no curso de Pedagogia, uma vez que todo pedagogo-especialista deve antes ser formado professor.

Outra tendência que se instalou na organização curricular dos cursos de formação dos profissionais da educação foi a adoção da base comum nacional, apesar das dificuldades enfrentadas pelo Movimento Nacional para desenvolver uma produção coletiva que diminuísse a imprecisão da concepção de base comum nacional. De início, a base comum nacional surge como resistência do movimento ao currículo mínimo fixado pelo CFE e a negação da idéia de um elenco de disciplinas, que poderia vir restringir essa base a um rol de disciplinas que se agrupariam num núcleo comum de conhecimentos básicos de formação do educador. O complicado trajeto percorrido pelos educadores para chegar a uma certa clareza sobre a base comum conduziu o movimento a interpretá-la sob os mais variados ângulos. Em um momento a base comum nacional é concepção, ora princípio, diretriz, dimensões, linhas de ação e eixos curriculares e, sob o ponto de vista político, ela é instrumento de luta contra a degradação social e econômica da profissão.

Ao propor a base comum o Movimento Nacional buscava sensibilizar os educadores para a co-responsabilidade de todas as Licenciaturas (inclui-se o curso de Pedagogia) na formação do educador e confirmar a premissa de que a formação do educador compete, com a mesma intensidade, aos Institutos de "Conteúdos Específicos" e à Faculdade de Educação.

No presente momento existe uma forte tendência de concretizar a base comum em eixos curriculares. Essa tendência toma maior expressão a partir das discussões no V Encontro Nacional (1990) que privilegiou o tratamento do assunto, quando definiu como temática do encontro "Base Comum Nacional e Questões Relativas à LDB".

Encarada como decisão do V Encontro Nacional, a base comum nacional deveria ser entendida, como "núcleo essencial da formação do profissional da educação" (CONARCFE, 1990:6). A base comum teria como função servir de "ponto de referência para a articulação curricular de cada instituição formadora do profissional da educação" (CONARCFE, 1990:6) e a concretização dessa base dar-se-ia por meio de eixos curriculares que tomariam os contornos da instituição. Estaria, assim, assegurada, portanto, a flexibilidade na organização curricular. Alguns eixos curriculares foram, então, firmados no decorrer do V e do VI Encontros Nacionais, realizados respectivamente em 1990 e 1992. Estes eixos, foram anunciados como exemplos e portanto, sujeitos a modificações, alterações, ampliação ou mesmo substituição de acordo com as decisões das agências formadoras. Os encaminhamentos dos referidos Encontros sugeriram que base comum nacional pode, assim, materializar-se nos seguintes eixos curriculares:

- trabalho, entendido pela forma de como se dá a produção do conhecimento no interior dos cursos, que nega a mera justaposição da teoria e da prática em uma grade curricular. Desse modo, a ênfase deve ser dada ao trabalho pedagógico e à pesquisa;

- teoria e prática, entendida como o núcleo articulador da formação do profissional da educação. Este eixo curricular deve possibilitar a superação da atrofia dos fundamentos teóricos e da hipertrofia da técnica;
- compromisso social, é o eixo curricular que deve expressar a responsabilidade social que a escola deve ter com a maioria da população, garantindo-lhe o ingresso e o sucesso escolar para que a população que busca a escola tenha condições de exercício da cidadania;
- gestão democrática, com a qual se procura superar a administração enquanto técnica. trata-se de formas de participação que evitam a concentração do poder e democratizam as relações entre a instituição, os profissionais, os alunos e a comunidade;
- interdisciplinaridade é o eixo curricular que deve superar a fragmentação e o "etapismo" do currículo. A este eixo agrega-se o trabalho coletivo, que deve garantir a interrelação entre as áreas do saber, respeitada a especificidade de cada área.

Parece mais significativo neste momento lançar o olhar para as experiências das IES que estão sendo desenvolvidas, a fim de identificar de que forma o caminho percorrido pela teorização sobre essas tendências pode tornar-se realidade. É importante também registrar aqui o resultado de uma pesquisa realizada por mim, em 1994, sobre as tendências na formação do pedagogo nas Universidades Federais e nas três Universidades Estaduais Paulistas.

A pesquisa realizada em 40 Universidades que reformularam o curso de Pedagogia, após 1985, apresenta os seguintes resultados:

- 65% oferecem a formação para as séries iniciais de escolarização como obrigatória;
- 65% oferecem a formação para a modalidade Normal (disciplinas pedagógicas da habilitação Magistério em nível de 2º grau) como obrigatória;
- 65% formam supervisores escolares;
- 60% formam orientadores educacionais;
- 50% formam administradores escolares;
- 20% oferecem a habilitação Pré- Escola;
- 10% oferecem a habilitação Ensino Especial;
- 10% formam Inspetores Escolares.
- a maior frequência, em nível de pós-graduação lato sensu, foi nos cursos de Administração Escolar e Alfabetização.

A partir desse quadro pode-se concluir que a tendência de a base da identidade do pedagogo ser a docência firmou-se no curso de Pedagogia. Assim, a base comum de formação do Pedagogo é a docência e não mais a especialização (Orientação Educacional, Supervisão Escolar, Administração Escolar e Inspeção Escolar) como ocorria antes das reformulações. Outra tendência que se consolida é a de formar o professor para as séries iniciais em nível superior no curso de Pedagogia.

Permanece, também, a formação do professor das disciplinas pedagógicas da modalidade Normal. Com essas tendências convive a de formar os especialistas (habilitações fundamentais) na graduação, da mesma forma que surgem com maior frequência novas habilitações, por exemplo, Ensino Especial e Pré- Escola.

Existem, todavia, experiências alternativas do curso de Pedagogia como por exemplo na Universidade Federal de Pelotas que forma com exclusividade o professor para as séries iniciais de escolarização, deixando de oferecer qualquer habilitação. Segue-lhe o exemplo a Universidade Federal de Goiás que forma com exclusividade o professor, oferecendo o curso com um núcleo obrigatório constituído pela formação do professor para atuar de 1<sup>a</sup> à 4<sup>a</sup> série do 1<sup>o</sup> grau e o professor das disciplinas pedagógicas da modalidade Normal. Por outro lado, a Universidade Federal de Uberlândia e a Universidade Católica de Goiás<sup>3</sup> formam o pedagogo-professor das séries iniciais e das disciplinas pedagógicas da modalidade Normal e o Pedagogo Polivalente como especialista, nas habilitações Pedagogo e Pedagogia Escolar, respectivamente.

Outro curso de Pedagogia que propõe como formação básica do pedagogo o preparo para o exercício nas séries iniciais de escolarização é o da Universidade do Amazonas. As decisões tomadas pela Faculdade de Educação fundam-se em três dimensões: a psicológica, assentada em Piaget, que enfatiza o aprofundamento da formação do professor nos aspectos psicológicos; a dimensão política que se refere à formação da consciência crítica coletiva e a dimensão econômico social, ancorada na defesa da valorização do magistério mediante salários dignos, direito à formação continuada e melhores condições de trabalho<sup>4</sup>.

Das experiências que implantaram a base comum nacional através de eixos curriculares, é significativo ressaltar a do curso de Pedagogia da Universidade de Ijuí e a da Universidade Federal Fluminense, conveniada com a Prefeitura Municipal de Angra dos Reis. A primeira adota a concepção de Pedagogia como ciência que possui estatuto epistemológico próprio e se constrói no trabalho coletivo dos educadores. A Pedagogia entendida como ciência unitária constitui o eixo articulador da proposta curricular e os eixos temáticos, entre outros, são: a construção do conhecimento, educação e sociedade, a escola, construção da cidadania, a condução democrática da atuação educativa, projeto político-pedagógico. Nesta proposta cada semestre funciona como uma unidade básica do ensino e as linhas e eixos temáticos são definidos à medida que a produção de conhecimento surge das ações dos professores e alunos durante a programação dos cursos e se redefinem pela reflexão e ação do

---

3. Uma análise dessa proposta de reformulação curricular é encontrada em Iria Brzezinski. *Pedagogia, Pedagogos e Formação de Professores. Busca e Movimento*. São Paulo, USP, 1994. Tese de doutorado.

4. Maiores detalhes são encontrados em Marlene Ribeiro. *Formação unificada do profissional de ensino; uma proposta da Faculdade de Educação do Amazonas*. EM ABERTO, Brasília, MEC/INEP, XI (54):65-72, jun. 1992.

Colegiado do curso<sup>5</sup>. A proposta do curso de Pedagogia de Angra dos Reis (UFF) parte de uma posição sobre a construção do conhecimento entendido como prático, social e histórico, o que significa assumir que o conhecimento não é dado ou acabado, ele se constrói na relação entre os homens, portanto é provisório. Nesta proposta, ganha relevo um aglutinador curricular que é o Núcleo de Estudos e Atividades Pedagógicas-NEAP. Em Angra dos Reis o parâmetro para a avaliação do curso é o cumprimento do NEAP (total de 13) e não do semestre letivo. Os eixos curriculares da base comum nacional nesta proposta são: relação teoria/prática, fundamentação teórica, compromisso social e democratização da escola e dos conteúdos, trabalho coletivo e interdisciplinar, e escola e individualidade<sup>6</sup>.

Os diversos Fóruns de Licenciatura que foram se instalando por todo o País vêm apresentando propostas alternativas na formação dos licenciados. Um exemplo é o Fórum de Licenciatura da USP-LIUSP, que, entre as 14 sugestões apresentadas, discutidas e debatidas pelo citado Fórum, propôs a Licenciatura Experimental Plena em Biologia, Física, Matemática ou Química, bem como estudou a possibilidade de criação de um Centro de Formação de Professores, autônomo, tanto em relação aos Institutos, como em relação à Faculdade de Educação. A proposta do Centro autônomo, segundo professores integrantes do LIUSP não vingou, o que conseqüentemente, resultou no fortalecimento da Faculdade de Educação e dos Institutos de "Conteúdos Específicos".

A formação do licenciado, segundo o LIUSP, não pode fundar-se numa única fórmula, portanto devem ser respeitadas as diversidades dos cursos, mas é necessária uma estrutura básica de conhecimentos, aberta e flexível, para servir de suporte para o conjunto desses cursos. Este é um exemplo de operacionalização da base comum nacional.

Os princípios norteadores das Licenciaturas da USP, a partir desses estudos são:

- a licenciatura deve ter vínculo orgânico com a escola de 1º e 2º graus;
- o ensino e a pesquisa devem estar interligados no processo de formação do professor;
- cada licenciatura deve ser pensada na sua especificidade e amplitude, por todas as unidades (institutos) que compõem o currículo;
- os cursos devem propiciar ao aluno maior liberdade e responsabilidade na escolha dos caminhos de sua formação;
- a interdisciplinaridade e a complementaridade de áreas devem pautar a formação do profissional como cidadão, que atuará efetivamente no mundo contemporâneo.

5. Cf. Mário Osório Marques. A formação do profissional da educação. Ijuí, Unijuí, 1992.

6. Cf. Nilda Alves e Regina Leite Garcia. A construção do conhecimento e o currículo dos cursos de formação de professores na vivência de um processo. In: Nilda Alves (org.) .Formação de professores;.Pensar e fazer. São Paulo, Cortez, 1992:73-88.

Quanto à estruturação curricular o LIUSP sugere que os cursos possuam dois blocos constituindo um conjunto básico que contemple as disciplinas de conteúdo, as pedagógicas e as integradoras. Este conjunto caracteriza o profissional a ser formado (base comum nacional). Para o conjunto complementar o LIUSP sugere uma composição em três módulos: de habilitação única, de habilitação dupla e de projeto. Este último culmina com a elaboração da monografia final do curso.

Outro exemplo de transformação nas licenciaturas é dado pela Universidade Federal de Mato Grosso que instalou o Instituto de Educação, unidade responsável pela formação dos licenciados que se articula com os Institutos de Conteúdos Específicos e com as escolas de 1º e 2º graus do Estado de Mato Grosso. Sobre sua finalidade assim se expressa SPELLER (1993) "*o Instituto de Educação surge como um enorme potencial para o setor educacional do Estado. Tradicionalmente voltado para a formação de pedagogos desde os primórdios que antecedem a própria criação da Universidade em 1970 no então Instituto de Ciências e Letras de Cuiabá, a experiência acumulada pelo então Departamento de Educação agora integrada ao Instituto de Educação volta-se, potencialmente, para um papel de liderança no âmbito estadual na formulação de uma política de formação do educador, de produção do conhecimento na área de educação, o que implica, necessariamente, no permanente questionamento das práticas no campo da educação ...*" (p. 2).

No mencionado Instituto de Educação estão em andamento alguns projetos de Licenciatura Plena Integradas, com vestibular próprio, em caráter experimental. Podem ser citadas como exemplo a Licenciatura em Educação Física, Educação Artística e Letras e a Licenciatura em Ciências Matemáticas e da Natureza, com formação nas áreas de Ensino de Química e/ou Ensino de Física, e/ou Ensino de Biologia, e/ou Ensino de Matemática. Estas experiências assumem a tendência da base comum nacional consoante os princípios da ANFOPE, ao mesmo tempo em que fortalecem o Instituto de Educação como local de formação de professores.

Caminho inverso ao da UFMT percorre a Universidade Federal de Goiás que mediante atuação do Fórum das Licenciaturas retirou as disciplinas e os professores de Didática e Prática de Ensino da Faculdade de Educação, alocando-os em cada Instituto. O Colégio de Aplicação na UFG é entendido como campo de aplicação da Didática e Prática de Ensino, portanto não pôde ficar sob a jurisdição da Faculdade de Educação, passando a ser coordenado pelo Fórum das Licenciaturas, visando a atender a totalidade das licenciaturas da UFG.

As propostas de mudanças nos cursos de formação de profissionais de educação, grosso modo, apontam para transformações na estrutura da Universidade Brasileira que mantém, até hoje, a organização que prestou grandes serviços ao modelo tecnocrático-militar instalado durante a ditadura no Brasil, a partir de 1964. Visando à promover a reforma universitária os educadores envolvidos com as reformulações dos cursos de profissionais da educação vêm se dedicando a esses estudos e parte deles foram incorporados à LDB que há seis anos tramita no

Congresso Nacional. A ANFOPE, atenta a essas mudanças na estrutura universitária, em seu VI Encontro Nacional (1992), apresentou uma proposta de Escola Única de Formação de Profissionais da Educação como centro de referência de formação. Muito controversa e questionada pelos membros da ANFOPE, a Escola Única foi uma idéia que, segundo o seu primeiro presidente, emergiu dos diversos encontros preparatórios ao VI Encontro Nacional. Ela surgiu principalmente da análise da forma desarticulada como se formam professores no ensino superior. Surge, então, como uma proposta possível, entre outras, e foi apresentada no Encontro Nacional como geradora de reflexões a serem ampliadas em todas as Instituições formadoras do País.

Na proposta da Escola Única, a Faculdade de Educação ou similar é local privilegiado para a formação dos profissionais da educação para todos os níveis cabendo-lhe articular-se com os Institutos para a garantia de oferta de conteúdos específicos aos licenciandos de todas as áreas do saber. A Escola Única implicará, então, uma parceria, de forma que sejam respeitadas as especificidades das áreas de saber envolvidas na formação dos licenciados. Nesta Escola Única, a organização curricular deverá ser feita por meio de Programas, portanto eliminar-se-ão os Departamentos. Cada um dos Programas deverá consubstanciar uma unidade ou um núcleo com responsabilidade de ensino, pesquisa e extensão. Esta organização curricular supõe a existência de uma base comum nacional e, ainda, a eliminação dos currículos mínimos e do esquema de habilitações.

Segundo o Documento Final do VI Encontro Nacional a Escola Única deverá apresentar uma estrutura que:

- viabilize a concretização da base comum nacional - todos serão formados professores;
- una a formação do bacharel à do licenciado, no momento de estudo do conteúdo específico, mantendo o papel dos Institutos no processo de formação do educador;
- possibilite a criação de espaços pedagógicos de produção coletiva de conhecimento como uma das expressões da base comum nacional.

Os Programas previstos para a Escola Única são os seguintes:

- a) formação de professores para a educação básica, que inclui Educação Infantil, Séries Iniciais de Escolarização, Educação Especial e Educação de Jovens e Adultos;
- b) formação de Professores para o Magistério de 2º grau (modalidade Normal);
- c) formação de Professores para áreas específicas de conteúdo de 5ª à 8ª série e 2º grau;
- d) formação de Profissionais para atuarem nos sistemas de ensino - Orientadores Educacionais, Supervisores Escolares e Administradores Escolares;
- e) formação de profissionais em nível de pós-graduação lato e stricto sensu.

Como se afirmou esta é uma das propostas de centro de referência de formação de profissionais da educação. Pelo menos outras três propostas de centros

de referência podem ser identificadas em território nacional e que, em síntese, expressam tendências na formação de profissionais da educação.

A primeira fortalece os Institutos de Conteúdos Específicos, destinando à Faculdade de Educação o curso de formação dos professores das séries iniciais de escolarização e os cursos de pós-graduação em educação (proposta da Minuta da reformulação da Portaria 399/89). Nesta mesma direção caminha a proposta do Prof. Angotti da Universidade Federal de Santa Catarina, apresentada na última reunião da ANPED (1994). Embora o citado professor apresente duas alternativas quando propõe sua contribuição para a transformação das licenciaturas, uma denominada por ele mutação (transformação brusca), outra chamada de inovação (menos radical e mais extensiva), deter-me-ei somente na primeira devido a sua semelhança com a proposta contida na Minuta de reformulação da Portaria 399/89).

Partindo da análise das condições atuais das disciplinas Metodologia e Prática de Ensino de Física e do referencial teórico que sustentam suas propostas, ANGOTTI (1994) aponta requisitos condicionadores do sucesso das alternativas por ele projetadas, o que implica a solução de questões técnicas, teórico-metodológicas e políticas. Por exemplo, o aparelhamento das escolas com máquinas de comunicação, que permitam trabalhar a informação de maneira veloz e eficaz e que possibilitem um diálogo constante e uma interação rápida entre os "diferentes atores do complexo educacional envolvidos nas disciplinas" (p.4-5). Outro exemplo é a mudança da legislação assim expressa pelo autor "não importa aqui os desdobramentos legais e regimentais que a proposta acarreta, muito menos oposições apegadas ao nosso corporativismo. As leis também podem ser alteradas e assim seria feito" (p.8).

Em síntese, para a mutação ANGOTTI (1994) propõe a extinção das disciplinas Metodologia e Prática de Ensino de Física, das disciplinas de igual teor voltadas para outros campos de conhecimento, enfim propõe a extinção dos atuais currículos para a formação dos docentes e do curso de Pedagogia (p.8-9). Desse modo, a Escola Única de Formação de Professores encontraria seu lugar no Centro de Formação em Licenciaturas Específicas, que ofereceria uma formação diferenciada para a habilitação de professores de 1º grau (de 5ª a 8ª série) e de 2º grau. Com a extinção do curso de Pedagogia a formação de professores de 1ª a 4ª série do 1º grau caberia somente ao curso de Magistério (em nível de 2º grau) e as funções do pedagogo na escola seriam assumidas pelos professores de conteúdos específicos habilitados para tal em cursos de especialização nas licenciaturas. Como estruturação curricular o autor apresenta dois blocos de disciplinas, o do eixo comum e o do eixo específico. Com relação à metodologia de ensino, ANGOTTI afirma que "cada uma das disciplinas serão mediadas pelas equipes de especialistas das áreas de conhecimento, constituídas por professores pesquisadores tanto dos conteúdos como das metodologias" (p.10) objetivando garantir a simultaneidade de conteúdos e métodos de cada uma das disciplinas. Em que pese a relevância do estudo de ANGOTTI para transformar as licenciaturas, tenho restrições à sua proposta, sobretudo quando identifico equívocos. Em sua proposta de "mutação" há uma

redução do campo educacional ao campo de ensino, pois a "mediação das disciplinas" por equipes de professores pesquisadores de conteúdo e de metodologias, não significa que ao dominar conteúdos específicos e técnicas de ensino também dominem a abrangência, a amplitude e a especificidade da educação. Outro equívoco, que também considero como um reducionismo simplista, é o de limitar a formação do professor de 1ª a 4ª série ao curso de Magistério. É este professor que deve estar cada vez mais bem preparado, por ser aquele profissional que se dedica à faixa etária não afeita a abstrações. Assim, será para níveis cada vez mais elevados de formação que deverá voltar-se a preparação do professor competente para saber ensinar, com total polivalência, os conhecimentos necessários e adequados à complexidade da faixa etária que na escola regular abrange as crianças de 6 a 10 anos de idade.

A segunda proposta de centro de referência indica a criação de um Centro de Formação de Profissionais da Educação no interior da atual estrutura universitária, porém autônomo, o que conduziria à extinção da Faculdade de Educação e os Institutos de Conteúdos Específicos seriam destinados à formação do bacharel.

A terceira proposta refere-se à criação de uma estrutura paralela à Universidade consubstanciada nos Institutos Superiores de Educação, a exemplo do que se implantou em Mossoró em convênio com a Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Norte, subsidiado pelo convênio Brasil-França e a Universidade Estadual de Mossoró. Tenho restrições a este último centro de referência de formação, sobretudo, por constituir-se em estrutura paralela à Universidade e, a meu ver, de propiciar um aligeiramento na formação do profissional da educação, uma vez que pretendem preparar tais profissionais em cursos de dois anos de duração.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Creio que as propostas e as tendências que o Movimento de Formação de Educadores vem assumindo são passíveis de se concretizar, pois emergem dos estudos, debates e reflexões daqueles profissionais que vivem a escola. Considero fundamental que tais propostas não percam de vista as exigências feitas ao profissional da escola requerido pelo século XXI. Considero, também, que a profissionalização do profissional da educação deve ser favorecida pela valorização dos educadores, partindo de uma política advinda da principal agência contratante que é o Estado, pois esta tarefa já foi assumida pelas associações de classe, científicas, sindicais e estudantis que acreditam que as idéias e ações movem o mundo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Nilda e GARCIA, Regina Leite. A construção do conhecimento e o currículo dos cursos de formação de professores na vivência de um processo. In: Nilda Alves (org.). *Formação de professores. Pensar e fazer*. São Paulo, Cortez, 1992:73-88.
- ANFOPE. *Coletânea dos Documentos Finais dos Encontros Nacionais - I ao VI*. Rio de Janeiro, 1993. Mimeo.
- ANGOTTI, José André. *Metodologia e prática de ensino: contribuição para transformação nas licenciaturas*. Caxambú, XVII Reunião Anual da ANPED, 1994. Mimeo.
- BRZEZINSKI, IRIA. A formação do profissionais da escola. *REVISTA ANDE*, São Paulo, Cortez/ANDE, XIII (20):21-29, 1994.
- \_\_\_\_\_. *Pedagogia, Pedagogos e Formação de Professores. Busca e Movimento*. São Paulo, USP, 1994. Tese de doutorado.
- FREITAS, Luiz Carlos de. Formação do educador. *BOLETIM ANFOPE*, Campinas, ANFOPE I (1):12-21
- GATTI, Bernadete. Alternativas para a formação de professores: virando a própria mesa. In: *Seminário sobre Formação de Professores para a Educação Básica; experiências do Brasil e França*. Brasília, 1992. Mimeo.
- MARQUES, Mário Osório. *A formação do profissional da educação*. Ijuí, Unijuí, 1992.
- RIBEIRO, Marlene. Formação unificada do profissional de ensino; uma proposta da Faculdade de Educação do Amazonas. *EM ABERTO*, Brasília, MEC/INEP, XI (54):65-72, jun. 1992.
- SPELLER, Paulo. *Construção do Instituto de Educação na Universidade Federal de Mato Grosso, Ano II: nem Faculdade de Educação nem Instituto Universitário de Formação de Mestres*. Cuiabá, UFMT, 1993. Mimeo. (apresentado na 16ª Reunião Anual da ANPED).
- UFMT. *Curso de Licenciatura Plena em Ciências Matemáticas e da Natureza, com formação nas áreas de Ensino de Química e/ou Ensino de Física e/ou Ensino de Biologia e/ou Ensino de Matemática*. Cuiabá, UFMT, 1994. Mimeo.
- USP. *Fórum das Licenciaturas*. São Paulo, USP, 1991a, 1991b, 1992. v.I, II, III.
- VEIGA, Ilma P. A. e CARVALHO, Maria Helena O.e. A formação de profissionais da educação. In: *Subsídios para uma proposta de atenção integral à criança em sua dimensão pedagógica*. Brasília, MEC, 1994:42-54.

**C2 - Avaliação na Formação do Professor de 3° e de 2° graus - Prof<sup>a</sup> Sandra Selles (UFF)**

Debatedor: Prof. Roberto Nardi (UNESP)

---

**C3 - Modelos Mentais e a Pesquisa em Ensino de Física - Prof<sup>a</sup> Isabel Martins (Univ. of London)**

Debatedora: Dominique Colinvaux de Dominguez (UFF) (cancelada)

---

## CURSOS E OFICINAS

Cada participante teve a oportunidade de se inscrever em até dois cursos no XI SNEF, totalizando 20 horas dedicadas a esta atividade: um pela manhã, cursos de 8 horas (M) e outro a tarde, cursos de 12 horas (T). Recebeu certificado o cursista com pelo menos 75% de presença às aulas.

312 participantes receberam certificados de 18 cursos pela manhã e 361 de 25 cursos no período da tarde. Dos 52 cursos programados, 43 foram efetivamente realizados, enquanto 9 foram cancelados por motivos diversos. O número médio foi de 15,6 alunos por curso, sendo os cursos A16 e B20 os mais procurados, com respectivamente 54 e 50 concluintes. A média de alunos por curso da manhã foi de 17,3 e da tarde 14,5. As médias de alunos por Eixo temático foram:

| Eixo         | Número de cursos | Número de alunos | Média       |
|--------------|------------------|------------------|-------------|
| A            | 12               | 223              | 18,6        |
| B            | 25               | 415              | 16,6        |
| C            | 5                | 46               | 9,2         |
| D            | 1                | 14               | 14          |
| <b>Total</b> | <b>43</b>        | <b>673</b>       | <b>15,6</b> |

### EIXO A

#### AIM - A Lei da Inércia dentro do Estudo da Cinemática

Acácia M. Gentile Latorre e Marisa da Silva Dias (USP)

15 alunos

#### Ementa:

- Conceitos de velocidade e aceleração
- Sistemas de Referência - velocidade relativa
- O repouso e o movimento uniforme
- Referenciais inerciais. O problema da aceleração (e da força)

#### A2T - Caos: Um Novo Paradigma na Ciência

Sérgio Talim (UFMG)

Cancelado

**Objetivo:** Apresentar uma introdução desta nova ciência do CAOS, com a assistência de microcomputadores, até o ponto de os alunos serem capazes de discorrer sobre o que é o CAOS em ciências e exemplificar vários fenômenos caóticos na natureza.

#### Ementa:

- A origem da teoria do Caos
- Equação logística
- Atratores estranhos
- Fractais
- Controle do Caos
- Conseqüências da teoria do Caos e limites do determinismo em Física e na Ciência em geral

---

**A3T - Do Vinil ao Disco Laser** - Elizabeth Barolli e Denise d' Assumpção Cardoso (UEL-USP)

---

19 alunos

**Objetivo:**

- Investigar a produção do som;
- Apresentar um modelo para a propagação do som;
- Discutir os mecanismos de gravação e reprodução do som através do disco de vinil, da fita magnética e do disco a laser.

**Ementa:** A infinidade de sons produzidos em nosso dia a dia, inclusive os musicais, será nosso ponto de partida para discutir não só a produção do som, como também sua propagação e audição pelo ouvido humano. Pretende-se ainda ir mais além, buscando compreender os diferentes mecanismos que permitem a gravação e reprodução do som desde o fonógrafo até o laser.

---

**A4T - Eletromagnetismo a partir do Cotidiano** - Yassuko Hosoume (coordenadora), Jairo Alves Pereira e Marco Antonio Corrêa (USP)

---

20 alunos

**Objetivo:**

- Oferecer a visão geral de uma proposta para o ensino de Eletromagnetismo no 2º grau, que possui como características partir de elementos do cotidiano dos alunos.
- Trabalhar conceitos e princípios básicos da teoria eletromagnética clássica.
- Apresentar ao professor experimentos e atividades práticas que empreguem materiais conhecidos pelos alunos e permita sua compreensão do ponto de vista da Física.

**Ementa:**

- Levantamento e classificação dos aparelhos e componentes elétricos conhecidos e/ou utilizados pelos alunos.

- Análise dos aparelhos resistivos: construção, funcionamento e conceitos físicos envolvidos (potência, tensão elétrica, corrente elétrica, resistência, efeito Joule).
- Modelo microscópio clássico para a corrente elétrica.
- Investigação dos motores, de seu funcionamento e dos conceitos físicos envolvidos: campo magnético, força de Lorentz, Lei de Ampère.

---

**A5M - Enfoques Curriculares e Aspectos de Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS)** - Susana de Souza Barros, Ana Tereza Filipecki, Maria Cristina Dal Pian, Sandra Helena de Almeida (UFRJ, SENAI, SETIQt, UFRN e SEE)

---

**21 alunos**

**Objetivo:** Discutir aspectos que interrelacionam Ciência e Tecnologia e Sociedade, e como discutir esses conhecimentos na escola quando se ensina física.

**Ementa:**

- Porque trabalhar o assunto CTS na aula de física na escola
- A popularização da ciência: o papel das metáforas e analogias
- Estratégias para introduzir enfoques CTS em sala de aula
- CTS no contexto da educação para o trabalho (escola técnica)

---

**A6T - Ensino Temático Multidisciplinar: O Exemplo das Combustões** - José André Angotti e Nadir Castilho (UFSC)

---

**7 alunos**

**Objetivo:** Dar um exemplo de ensino/aprendizagem via TEMAS, parametrizado por Conceitos Unificadores e Princípios de Conservação.

**Ementa:** O exemplo das Combustões contemplando as seguintes dimensões: prático, histórico, metodológico e epistemológico, sempre acompanhadas do conhecimento associado às leis/teorias que explicam as combustões com seus limites e possibilidades.

---

**A7T - Entre a Física Clássica e a Moderna** - Odair Gonçalves (UFRJ)

---

**22 alunos**

**Objetivo:** No Brasil (e mesmo em países mais desenvolvidos), na maioria dos cursos de Física de nível superior, mais de 50% do tempo é dedicado à Física chamada Clássica, pré-século XX e cerca de 20% à cursos de Matemática. No máximo um semestre é dedicado à transição entre Física Clássica e Moderna, envolvendo

relatividade e a “velha” Mecânica Quântica sendo o restante do curso dedicado à Mecânica Quântica e alguns tópicos específicos de Física Contemporânea.

O resultado disso é que os alunos não dispõem de tempo para assimilar a grande mudança que a virada do século significou para a Física assim como para toda a concepção da ciência moderna. Essa percepção em geral só ocorrerá durante a pós-graduação ou mesmo durante futuras atividades de pesquisa, ocasiões que só acontecerão para um pequeno número entre aqueles que cursam Física ou Licenciatura em Física.

O objetivo de nosso curso é, através das experiências que levaram ao surgimento da Mecânica Quântica e Relatividade, discutir e comparar o fundamento dessas duas fases da Física (clássica e moderna), enfocando a mudança metodológica e mesmo as diferenças de visão do mundo que a nova época acarretou.

**Ementa:** Serão abordadas experiências exemplares, tais como radiação de corpo negro, espalhamento Compton, produção e aniquilação de pares, dualidade onda-partícula experiência de Michelson-Morley procurando-se sempre exemplificar com aplicações tecnológicas recentes destes fenômenos, deixando-se espaço para discussões.

---

A8T - Física do Corpo Humano - Cecil C. Robilotta (USP)

---

Cancelado

---

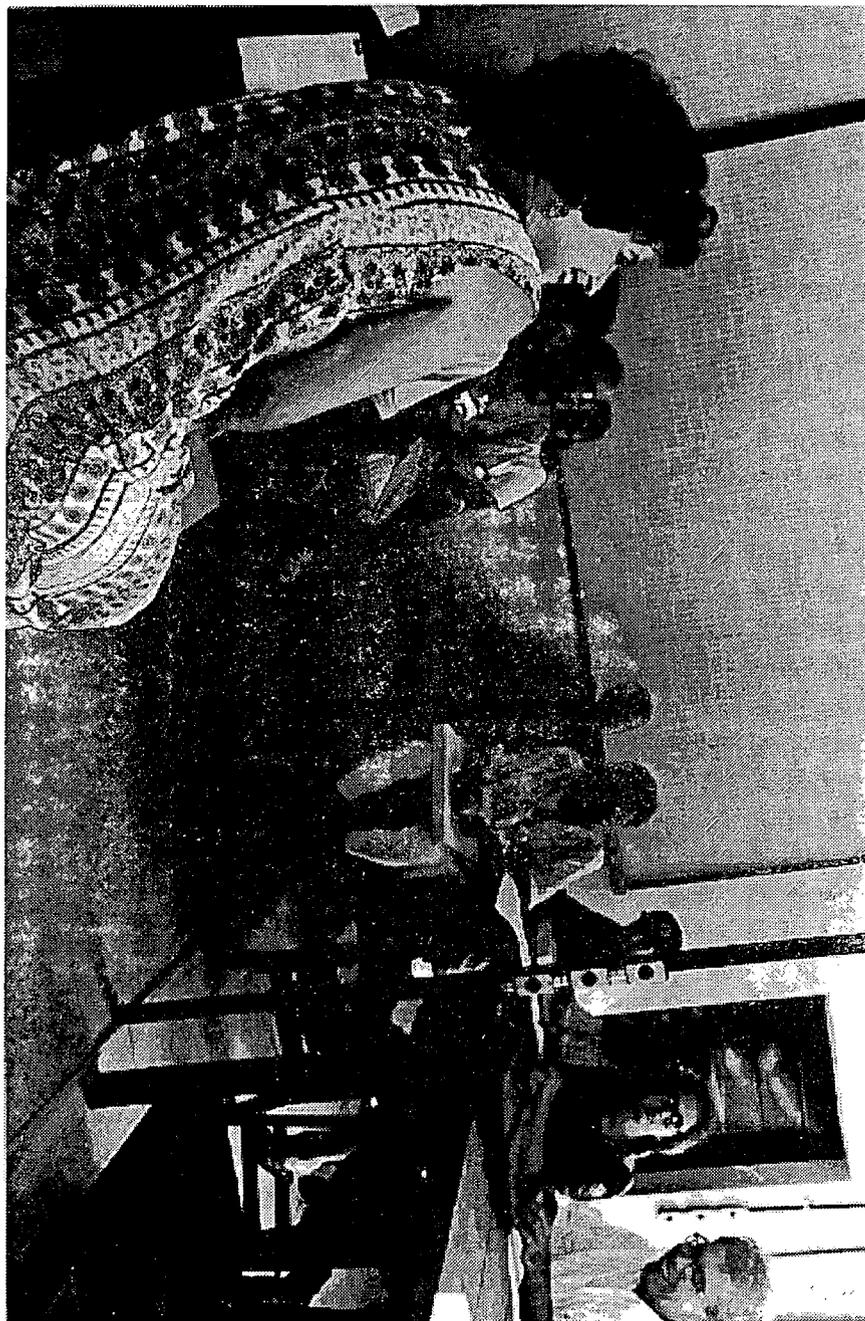
A9T - Física dos Sentidos - Ana Maria Marques da Silva (UFMS)

---

25 alunos

**Objetivo:** Este curso pretende explorar alguns conceitos físicos envolvidos no estudo da fisiologia dos sentidos humanos da visão, audição, tato e equilíbrio, como uma abordagem motivadora no ensino de Física para alunos das áreas de ciências humanas e biológicas.

**Ementa:** Este curso pretende abordar alguns conceitos físicos através do estudo da fisiologia dos sentidos humanos da visão, audição, tato e equilíbrio. Essa abordagem, que inclui além de aulas teóricas e de discussão, alguns experimentos simples, têm se mostrado motivadora no aprendizado da Física para alunos das áreas de ciências humanas e biológicas, tanto a nível secundário como superior.



Curso A9T, XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foto: Berg Silva

A10M - Física e Meio Ambiente - Jorge Carvalho de Mello (UFRRJ)

---

Cancelado

---

A11T - Física Térmica a partir do Cotidiano - Luiz Carlos de Menezes (Coordenador), Rebeca Vilas Boas e Luis Paulo de Carvalho Piassi (USP)

---

10 alunos

**Objetivo:**

- Apresentar uma visão geral de uma proposta alternativa para o ensino de Física Térmica no 2º grau.
- Apresentar o conteúdo de Física Térmica que torna como ponto de partida elementos do cotidiano e os utiliza no desenvolvimento conceitual teórico.
- Apresentar ao professor uma metodologia de uso da proposta GREF e de material experimental compatível com a mesma.

**Ementa:**

- Um levantamento e classificação das coisas relacionadas ao aquecimento e resfriamento apontam para uma estrutura de curso.
- O comportamento térmico dos utensílios usados numa cozinha, e o funcionamento e refrigeração de motores de motocicleta e automóvel propiciam uma discussão dos processos térmicos, de suas propriedades, e da temperatura e seu controle.
- O modelo cinético de matéria é apresentado para se responder as questões levantadas nas discussões anteriores.
- Os princípios de funcionamento dos refrigeradores, juntamente com os dos motores a combustão, subsidiam a conceituação das leis da Termodinâmica.

---

A12M - Introdução à Metrologia para Professores e Estudantes de Física - Giorgio Moscatti- (USP)

---

7 alunos

**Objetivo:** Dar uma introdução aos problemas da metrologia, enfatizando seus aspectos de ciência básica e de ciência aplicada aos processos produtivos, de transações comerciais (a nível do consumidor e do comércio internacional), atividades nas áreas da saúde, segurança e meio-ambiente, bem como de apoio à pesquisa científica experimental.

A abordagem procurará mostrar o conteúdo científico e cultural da área e mostrar como pode ser uma opção interessante de trabalho para o físico. Procurará mostrar como a introdução de conceitos da metrologia no ensino da física, a nível de segundo grau, pode contribuir para uma melhor compreensão dos métodos da física,

dando exemplos de aplicações da física ao sistema produtivo, na vida diária, e de sua importância para o desenvolvimento nacional, bem como sua contribuição para a melhoria da qualidade de vida do cidadão.

**Metodologia:** As aulas serão essencialmente expositivas mas haverá espaço para discussões e participação dos estudantes, com suas opiniões, experiências e dúvidas. Deverá ser preparada uma apostila para o curso. Serão utilizadas transparências, slides, vídeos e documentos.

---

**A13T - Mecânica dos Fluidos: Uma Abordagem Construtivista para a Física no 2º Grau** - Luiz Alberto Guimarães, Marcelo Fonte Boa, Aldo Muniz Ferreira (UFF, COPPE e CEN, ETFQ)

---

17 alunos

**Objetivo:** Apresentar e desenvolver uma proposta para o ensino dos conceitos básicos e princípios fundamentais da estática e da dinâmica dos fluidos a partir de uma postura construtivista.

**Ementa:**

- Fundamentos de uma postura construtivista em sala de aula
- Conceitos de massa específica, densidade, pressão
- Pressão no interior de um líquido e o paradoxo hidrostático
- Transmissão de pressão por um líquido (princípio de Pascal)
- Empuxo e flutuação
- Fluxo e equação da continuidade
- O teorema de Bernoulli e algumas aplicações simples

---

**A14M - Optica Física** - A. Alberto Tagliaferri e Cláudia Lopes (UFF)

---

**Cancelado**

**Ementa:**

- Introdução teórica: A superposição de ondas . Interferência e difração. O Laser. Interferômetros e holografia.
- Parte experimental: Experiências de interferência e difração utilizando fendas. A utilização do laser e das fontes de luz convencionais. O Interferômetro de Michelson: A montagem holográfica.

---

**A15T - Optica Geométrica** - Jesus de Oliveira e Ronaldo L. Avellar (UFMG)

---

6 alunos

**Objetivo:**

- Apresentação e discussão de alguns conceitos espontâneos relativos ao processo de visão.
- Discussão de dificuldades de compreensão das noções básicas de ótica geométrica e de formação de imagens em espelhos, lentes, prismas e orifícios.

**Ementa:**

- Fontes de luz, quentes e frias
- Propagação retilínea da luz em meios homogêneos, sombras
- Leis de reflexão e refração
- Formação de imagem em espelhos planos e curvos
- Formação de imagem em lâminas planas de faces paralelas e em prismas
- Formação de imagem em lentes delgadas
- Dificuldades dos estudantes no entendimento da formação de imagem em espelhos, lentes e orifícios

---

**A16M - Tópicos de Física Contemporânea: Plasma - A. Serbetto (UFF); Ciências dos Materiais - Múcio A. Continentino (UFF); Física Nuclear - Paulo Gomes (UFF)**

---

**54 alunos**

**Objetivos:**

- Dar uma visão geral dos conceitos básicos da Física dos Plasmas e suas aplicações aos processos tecnológicos atuais;
- Dar um panorama geral da Física da Matéria Condensada e em particular como é desenvolvida no estado do Rio de Janeiro;
- Apresentação de conceitos básicos e avanços recentes na área de reações nucleares, tentando desmistificar preconceitos populares em relação a este assunto.

**Ementa:**

- O que é plasma? - Plasma no Universo, - A Física dos Plasmas, - Aplicações da Física dos Plasmas.
- As origens da Física do Estado Sólido. Propriedades magnéticas e supercondutoras em matéria condensada. Física do Estado Sólido no Rio de Janeiro.
- Conceitos básicos sobre estrutura nuclear e diferentes mecanismos de reação, necessidade do uso de aceleradores para produzir as reações e descrição de laboratórios e sistemas de detecção, reações com íons pesados, com ênfase na fusão e princípio de geração de energia nuclear por fissão e fusão.

**Cancelado**

**Ementa:**

- As áreas de estudo da geofísica - Métodos e objetivos da geofísica - Princípios físicos utilizados no estudo do interior da Terra.
- Gravimetria - determinação da aceleração de gravidade e informações obtidas a partir destas medidas. Aplicações.
- Sismologia a propagação de ondas elásticas no interior da Terra - Tipos de ondas características e informações provenientes das ondas sísmicas - A distribuição de terremotos e a determinação da estrutura da terra a partir das ondas sísmicas
- Magnetismo terrestre - A Terra como um ima. - Propriedades do dipolo que melhor representa o campo magnético terrestre - Elementos do campo geomagnético - Princípio de medida do campo magnético terrestre - Aplicação em geofísica
- Fluxo térmico - As leis de distribuição de calor - Medida de fluxo de calor terrestre - Métodos e aplicações.
- Geofísica nuclear - Os elementos radioativos, sua importância e usos no estudo das rochas e do interior terrestre.
- Paleomagnetismo - O uso de dados do campo magnético passado na reconstituição da disposição dos continentes
- Métodos elétricos - Princípios e usos de tais métodos na prospecção de água subterrânea e identificação de contaminação de lençóis freáticos (subsolo).
- Noções de tectônica de placas - Forças atuantes nas placas - Mecanismo causador dos movimentos tectônicos em escala global.

**EIXO B**

---

**B1M - A Construção do Conhecimento Físico e o Ensino de Ciências do CB à 4ª série - Maria Elisa Rezende Gonçalves (USP)**

---

**13 alunos**

**Objetivo/Ementa:** Discutir a construção do conhecimento físico e trabalhar uma proposta de atividades, para as séries iniciais do 1º grau, que envolve esta construção. Pretende-se propiciar a vivência, a discussão e a avaliação de atividades de Ciências sugeridas para estes alunos e a explicitação das concepções de ensino e de aprendizagem que sustentam a proposta.

---

**B2T - A Explicação de Conceitos Científicos nos Livros - Textos - Isabel Martins**  
(Univ. of London)

---

**13 alunos**

**Objetivo:** Discutir diferentes modalidades de explicação no contexto do ensino de ciências. Discutir os jargões e as estruturas de linguagem características de textos científicos e de livros-textos de ciências. Desenvolver uma análise crítica da forma e conteúdo das explicações mais freqüente encontradas nos textos utilizados no ensino de ciências. Refletir criticamente acerca do uso de certas modalidades de explicação para comunicar idéias em ciências.

**Ementa:** O curso consiste basicamente de uma discussão sobre o conceito explicação em ciências e em outras disciplinas:

- Uma caracterização de diferentes modalidades de explicação características do ensino de ciências
- Uma análise do jargão científico e das estruturas de linguagem mais comumente empregadas na comunicação de idéias científicas
- Apresentar uma taxinomia para diferentes tipos de explicação científica
- Análise crítica de materiais selecionados pelos participantes utilizando critérios da taxinomia proposta
- Discutir possíveis ralações entre modalidades de explicações e conteúdo
- Discutir possíveis relações entre modalidades de explicação e demandas curriculares
- Discutir a validade e a utilidade de uma taxinomia de explicações para a prática de sala de aula e para a comunicação de idéias em ciências.

---

**B3T - Alguns Aspectos Históricos e Epistemológicos da Física do Século XIX - Antônio Augusto Videira (ON/CNPq) e Carlos Koehler (COPPE)**

---

**13 alunos**

**Objetivo:** A Física passou, durante todo o século XIX, por importantes mudanças, as quais, mesmo (talvez) não sendo suficientemente intensas para caracterizar uma revolução científica, tal como a(s) ocorrida(s) em nosso século, foram necessárias para que teorias como a Relatividade Restrita e a Mecânica Quântica pudessem ser elaboradas. Contudo, o desenvolvimento ocorrido na Física não se esgotou nesses episódios, ou seja, na medida em que seriam estágios preparatórios para a ciência atual. Esses desenvolvimentos possuem interesse próprio, o que faz com que devam ser estudados independentemente do ocorrido no século XX. Assim, o objetivo deste curso é apresentar e discutir os aspectos mais relevantes das transformações da Física do século passado, a fim de que fique clara toda a importância e atualidade de muitas das questões, científicas e epistemológicas, da chamada Física Clássica.

**Ementa:**

- A Física na Primeira Metade do Século XIX (A herança do século XVIII, a Naturphilosophie, a Física na França, na Inglaterra e na Europa Central, entre outros pontos). Alguns Personagens: Oersted, Farady, Poisson, Ampère, Fourier, Mayer e Helmholtz.
- As Novidades Científicas Ocorridas na Física na Passagem da 1ª para a 2ª Metade do séc. XIX (A Termodinâmica, o eletromagnetismo, etc...). Alguns Personagens: Helmholtz, Maxwell, Clausius, Kirchoff.
- O Aprofundamento das Inovações Teóricas e algumas Descobertas Experimentais. Alguns Personagens: Hertz, Boltzmann, Thonson (Lord Kelvin), Lorentz.
- As Conseqüências Epistemológicas: alguns aspectos das discussões sobre os fundamentos da Física. Alguns Personagens: Boltzmann, Hertz, Mach, Poincaré, Puhem, Ostwald.

---

**B4M - Alternativas Metodológicas para o Ensino de Física Moderna na Escola Média - Eduardo Terrazan (UFSM)**

---

**27 alunos**

**Objetivo/Ementa:** O curso parte da discussão de alguns dos problemas fundamentais da Física do século XIX que deram origem ao que se convencionou chamar de Física Moderna. Apresenta-se, a seguir, uma visão panorâmica da Física deste século, para ressaltar alguns conceitos e modelos importantes da Física Quântica e da Relatividade, através de exemplos em Física Nuclear, Física de Sólidos e Física de Partículas. Chega-se, assim, a uma avaliação crítica das alternativas atualmente em discussão sobre abordagens para Física Moderna no ensino médio. O curso se encerra com discussões sobre o papel das temáticas atualizadas e algumas mudanças de posturas necessárias para viabilizá-las no ensino de Física Moderna em nível médio.

---

**B5T - Autoria de Hipermídia no Ensino de Física - João Carlos Nogueira Alves (ETFQ/RJ)**

---

**Cancelado**

**Objetivo:** Discutir conceitos básicos de sistema hipermídia e métodos de desenvolvimento de produtos hipermídia. Apresentar métodos e técnicas para que professores, não especialistas em Informática, criem suas próprias aplicações hipermídia.

**Ementa:**

- Apresentação dos conceitos básicos de hipertexto e hipermídia.
- Discutir métodos e técnicas para apoiar o processo de autoria de aplicações hipermídia, em particular o método HDM (Hypermedia Design Model).
- Apresentar um sistema de hipertexto (HyperTies) em um sistema de hipermídia (ToolBook).
- Propor e orientar o desenvolvimento de hipertextos/(aplicações hipermídia), utilizando-se o método HDM.

---

**B6T - Brincando com a Ciência - Douglas Falcão e Ronaldo Almeida (MAST)**

---

18 alunos

**Ementa:**

- Inércia
- Flutuação
- Luz e visão
- Calor
- Eletrostática

---

**B7M - Construção e Realidade no Ensino da Física - Maria Inês Nobre Ota, substituindo Manoel Robillota (USP)**

---

14 alunos

**Objetivo:** Discutir o caráter construído e a realidade dos conceitos no conhecimento da física sob três visões: da física enquanto física, visão distanciada das pessoas que trabalham com física e visão filosófica, e relacionar com ensino da física.

**Ementa:**

- O conhecimento do universo físico, teorias e o saber em extensão, a transmissão da teoria
- Normal e natural, o espaço da natureza na física, o campo na realidade, dicotomias e a idéia de lei
- Teoria e observação, a estrutura das reestruturações
- Construção e realidade no ensino de física

---

**B8T - Dos Graves Aristotélicos à Gravitação de Newton - João Zanetic (USP)**

---

18 alunos

**Objetivo:** É intenção do curso seguir a trajetória das primeiras idéias “gravitacionais”, desde o lugar natural aristotélico até o princípio da gravitação

universal de Newton, com o intuito de explorar a aplicação de uma história cultural no ensino de física do 2º grau.

**Ementa:**

- Dos pitagóricos ao geocentrismo aristotélico-ptolomaico
- Do abandono do conhecimento grego à física medieval
- A revolução copernicana e sua articulação
- As leis de Kepler em detalhe
- A gravitação universal de Newton e sua articulação

---

**B9M - Eletromagnetismo: Uma abordagem a partir de Experimentos Simples -**  
Alberto Gaspar (UNESP), João Tertuliano (UFPB)

---

**Objetivo:** Abordar os conceitos básicos do eletromagnetismo através da construção e utilização de montagens e equipamentos de baixo custo.

**Ementa:**

- Processos de eletrização
- Campo e potencial elétricos
- Capacitores
- Corrente e resistência elétrica
- Circuitos elétricos simples
- Campo magnético
- Interação campo magnético  $\times$  corrente elétrica
- Indução eletromagnética



Oficina - Curso B9M, XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foto: Berg Silva

**B10T - Ensino de Física Centrado em Atividades Experimentais - Francklin E. M. Cerqueira (SEEMG)**

---

**23 alunos**

**Objetivo:** Possibilitar aos participantes conhecer uma proposta de mudança no ensino de Física, a nível de I e II graus, que é centrada na atividade experimental, bem como, utilizar os equipamentos pedagógicos desenvolvidos especialmente para viabilizá-la.

**Ementa:** Inicialmente será apresentada a fundamentação teórica para a metodologia proposta e, a seguir, serão abordados diversos tópicos dos conteúdos de Física que compõem os programas desta disciplina para o I e II graus.

---

**B11T - Experimentos de Física Contemporânea para o Segundo Grau - Nilson Marcos Dias Garcia (CEFET-PR) e César José da Silva (ETF-GO)**

---

**16 alunos**

**Objetivo:**

- Incentivar a introdução de tópicos de Física Contemporânea nos conteúdos curriculares de 2º grau.
- Desenvolver técnicas experimentais alternativas como auxiliares no ensino de física contemporânea.

**Ementa:**

**Tema 1**

- Decomposição da luz
- Rede de difração
- Fontes espectrais
- Espectroscópio e espectômetro

**Tema 2**

- Noções de eletrostática
- Fontes de radiação ultravioleta
- Efeito fotoelétrico
- Construção de equipamentos demonstrativos do efeito fotoelétrico



Curso de difração, XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foto: Berg Silva

**B12T - Explorando Textos Originais de Física para Ensinar as Leis de Newton -**  
Sonia Maria Dion e Maria Christina Fernandes Bueno (USP)

---

**11 alunos**

**Objetivo:** Trabalhar alguns aspectos das leis de Newton, tendo como subsídio textos originais da História da Ciência.

**Ementa:** Esse curso tem como conteúdo fundamental as leis de Newton; nele serão tratados alguns conceitos como força, referencial, etc., a partir do pensamento de Galileu. Desse conteúdo, serão enfocados em particular aspectos que podem representar dificuldade no processo ensino-aprendizagem tendo em vista as questões da concepção espontânea.

---

**B13M - Filosofia e História da Ciência - Lígia Kussama e Carlos Maia (SEERJ e ON/CNPq)**

---

**Cancelado**

---

**B14T - Física Térmica em um Enfoque Construtivista - Dirceu da Silva e Victoriano Fernandes Neto (USP)**

---

**1 aluno**

**Objetivo:**

- Discussão e apresentação de nova abordagem e metodologia de ensino, com exemplos em física térmica.
- Apresentação de resultados de pesquisas recentes, realizadas pelos ministrantes.

**Ementa:** A partir do tripé história da ciências, teorias construtivistas e das relações fragmentação-totalização das teorias do conhecimento e se utilizando da física térmica como exemplo, buscaremos construir, com outros professores, uma nova metodologia de ensino que contemple os processos de aprendizagem de forma mais significativa. Como eixo do curso usaremos dados reais do trabalho em sala de aula, desenvolvido na EA FEUSP.

---

**B15T - Mediação no Ensino da Física - A Luz e Outras Formas de Radiação Eletromagnética - Maria José P.M. de Almeida (UNICAMP)**

---

**4 alunos**

**Objetivo:** Tomando “A luz e outras formas de radiação eletromagnética” como tema central, pretende-se contribuir para a autonomia do professor de 1º e 2º graus na

construção de sua aula, através da identificação e debate de limites e possibilidades em textos alternativos ao manual didático, materiais práticos e audiovisuais.

**Ementa:**

- Delimitação de conteúdo - A Luz
- Leitura - textos alternativos ao livro didático
- Experimentação científica e ensino
- O vídeo
- Construção científica e representações do professor

---

**B16M - Metodologia do Ensino do Sistema Solar - Astronomia para o 1º e 2º Graus - Rute Trevisan (UEL)**

---

**25 alunos**

**Objetivo:** Este curso tem por objetivo reforçar o conteúdo de astronomia para o professor, e apresentar, dentro da teoria construtivista, métodos simples de ensinar astronomia, de modo que a criança aprenda brincando, e assim, despertar na criança o desejo de conhecer o universo em que vive, e suas leis.

**Ementa:**

- O que é Astronomia
- O Sistema Solar: formação/constituição
- O Planeta Terra: sua forma/seu satélite, a Lua/ movimentos: rotação: duração do dia e da noite/ translação: as estações do ano/ gravidade
- O Sol: fonte primária de energia (característica e composição da estrela/ fonte de calor/ aquecimento da Terra

---

**B17M - O Caos e o Ensino de Física - José Carlos Sartorelli e José Gustavo Marques da Silva (USP)**

---

**20 alunos**

**Objetivo:** Apresentar uma primeira abordagem da teoria do caos, através de exemplos concretos e experimentais.

**Ementa:**

- Contextualização da Teoria do Caos dentro da Mecânica Clássica
- Conceituação de termos básicos como: espaço de fase, atratores, etc
- Discussão de resultados experimentais de sistemas em diferentes regimes periódicos, quasi-periódicos, caóticos, etc
- Apresentação (utilizando vídeos) de um sistema caótico: dinâmica da formação de gotas d'água

**Obs.:** Este curso será realizado nos dias 26 e 27/01, tendo 4 horas de duração.

---

**B18M - O Ensino de Física no 2º Grau: Explorando Situações Não Convencionais e de Interesse Cotidiano** - Antônio José Ornellas Farias (UFAL)

---

**26 alunos**

**Objetivo/Ementa:** Pretende-se numa abordagem teórico-experimental com noções da Física Clássica e Moderna, mostrar o funcionamento de situações diárias de interesse prático, o procedimento de técnicas e a construção de equipamentos simples, a fim de que se possa pensar e usar a natureza física que nos cerca com conhecimento científico.

---

**B19M - Origens Históricas do Princípio da Relatividade** - Mauricio Pietrocola (UFSC)

---

**15 alunos**

**Objetivo:** Analisar o percurso histórico da formulação do Princípio da Relatividade na proposição da Teoria da Relatividade Einsteiniana.

**Ementa:**

- Movimento relativo e princípio de relatividade na dinâmica galileana
  - Mecânica newtoniana e os conceitos de espaço e a velocidade absolutos
  - Os fenômenos ópticos e a determinação de movimentos absolutos pelo éter luminoso
  - A proposição do Princípio de Relatividade na óptica e sua extensão a toda física nos trabalhos de Poincaré, Lorentz e Einstein
- 

**B20T - O Universo: Teorias sobre sua Origem e Evolução** - Roberto de Andrade Martins (UNICAMP)

---

**Objetivo:** Apresentar uma visão histórica sobre as concepções a respeito da origem e da evolução do universo, discutindo os aspectos metodológicos e a fundamentação de diversos tipos de teorias.

**Ementa:**

- Concepções “primitivas” e mitológicas sobre a origem do universo
- O pensamento cosmogônico na filosofia antiga
- O surgimento das teorias cosmogônicas modernas (século XVII)
- O pensamento cosmogônico clássico (até o século XIX)
- As cosmogonias do século XX

**B21T - Oficina de Astronomia - João Batista Canale (USP)**

---

17 alunos

**Objetivo:** Apresentar aos participantes (professores de 1º e 2º graus e alunos de Licenciatura) como é possível ensinar os elementos básicos da astronomia, usando experimentos simples de serem usados e construídos. Durante a Oficina serão construídos os seguinte experimentos:

- 1) luneta astronômica com tripé,
- 2) a distância dos planetas ao sol numa escala,
- 3) o sistema solar em movimento,
- 4) representação dos tamanhos dos planetas e do Sol, no plano e em três dimensões,
- 5) as estações do ano,
- 6) os eclipses,
- 7) a fases da Lua,
- 8) o relógio de Sol,
- 9) as órbitas dos planetas e cometas, e
- 10) o som do Sol, Júpiter e pulsares.

Será ensinado o uso correto dos experimentos, os quais, após construídos, serão doados aos participantes.

---

**B22T - Robótica no Ensino de Física - Alberto Tornaghi (ECV), Marcos Venicio (CSI) Mônica de Castro Reinach (CECI)**

---

15 alunos

**Objetivo:** O propósito desta oficina é apresentar uma forma de trabalhar alguns conceitos de Física, a nível de ensino secundário, construindo aparatos cujo bom funcionamento exija a compreensão destes conceitos por parte do construtor. Em princípio pretendemos trabalhar, pelo menos, com os conceitos de torque, velocidades angular e linear (usando engrenagens) e atrito. Vamos apresentar o LEGO-Logo como um equipamento que auxilia e viabiliza diversas destas atividades.

**Ementa:** Introdução básica ao Logo com especial atenção para os comandos de controle de motores, lâmpadas e sensores. Introdução aos conceitos de programação estruturada e recursão. Apresentação e exploração das peças LEGO. Montagem de um carrinho motorizado (ou outro aparato equivalente) a ser controlado por computador. Ao longo das montagens e experimentações com os materiais discutiremos formas de apresentar conceitos de Física básica.

**B23T - Tópicos em História e Epistemologia da Mecânica Quântica** - Olival Freire Junior, Francisco Martins de Sousa e Jenner Barreto Bastos Filho (ETFPI - SE-PI, UFBA e UFAL)

---

**5 alunos**

**Objetivo:** Familiarizar professores e estudantes de Física com uma controvérsia científica de relevante impacto cultural.

**Ementa:** Apresentaremos, como motivação, o impacto da controvérsia dos quanta na cultura do nosso século. Após uma apresentação histórica da constituição da teoria (formalismo e interpretação) examinaremos o porque desta teoria requerer uma interpretação não redutível ao seu formalismo. Apresentaremos as diversas interpretações em competição e, por fim, examinaremos um problema concreto, o da dualidade onde partícula, nos seus aspectos históricos, conceituais e na sua relação com as diversas interpretações.

**B24M - Uma Aplicação da História da Física no Ensino da Mecânica** - Irinéa de Lourdes Batista (UEL)

**7 alunos**

**Objetivo:**

- Focalizar alguns conceitos que formam a estrutura conceitual da Mecânica, procurando explicitar as relações entre esses conceitos.
- Aprofundar a compreensão dessas relações através da geração de um ambiente provocativo, este último originado a partir da retomada das idéias centrais da Mecânica e do enfoque histórico-epistemológico.

**Ementa:**

- Localização, percepção espacial e a concepção de referencial:
  - ⇒ o problema básico da localização
  - ⇒ a “localização” histórica do problema
  - ⇒ um exemplo de estruturação espacial
  - ⇒ a concepção de espaço na Física atual
- Leis de Newton: - o problema da inércia; - a discussão newtoniana do problema
- A crítica ao sistema newtoniano
- A atualidade dessa discussão na Física

**B25M - Uma Nova Compreensão do Estudo da Rotação e Translação da Terra nas Séries Iniciais do 1º Grau - o Estudo do Conceito de Tempo - Idevaldo da Silva Bodião (UFCE)**

---

7 alunos

**Objetivo:** Discutir o enfoque com que são apresentados alguns conteúdos de Ciências nas séries iniciais do 1º grau, propondo-se, a seguir, uma nova abordagem para os mesmos temas.

**Ementa:** As histórias de Laura, Genivaldo e Luciana servem de pretexto para se discutir alguns problemas da nossa escola; por outro lado, a história da Marta pretende sinalizar uma saída possível dentro desse cenário. Assim, usando, por exemplo, o tema rotação e translação da Terra, pretendemos apontar alguns aspectos da transformação necessária na construção de um professor dentro de um perfil construtivista.

---

**B26M - Uso de Interfaces no Laboratório Didático de Física - João Carlos Nogueira Alves (ETFQ)**

---

**Objetivo:** Discutir alguns aspectos teóricos e práticos relacionados à aquisição de dados através do computador, enfatizando a parte prática do curso com a realização de três experiências de aquisição e tratamento de dados.

**Ementa:**

- História do uso de computadores em LDF's
  - Análise dos principais componentes em um processo de interfaceamento
  - Apresentação e análise de diferentes métodos de aquisição dados
  - Realização de três experiências envolvendo temas como termodinâmica, mecânica e eletricidade
- 

**B27M - Usos de Computação Algébrica no Ensino de Física via Maple - Renato Portugal (CBPF)**

---

**Objetivo:** Fazer uma introdução à computação algébrica esclarecendo o seu potencial e as suas limitações.

**Ementa:**

- Uso do Maple em algumas áreas da matemática e da física básica
- Conceito e algumas técnicas de programação.

**B28T - Visões de Mundo a partir da Observação dos Movimentos no Sistema Solar - Deise Vianna, Kátia Nunes Pinto e Sérgio Ferreira de Lima (UFRJ)**

---

10 alunos

**Objetivo:** Proporcionar aos professores de 1 (1 à 8 séries), 2 grau e alunos de Licenciatura em Física e em Biologia uma visão de Astronomia relacionada à construção de modelos historicamente elaborados, mostrando como trabalhar na sala de aula.

**Ementa:**

- Heliocentrismo e Geocentrismo, nos diferentes momentos de suas criações, com as diferentes idéias que o homem teve do céu (entre eles: Aristarco, Platão, Aristóteles, Copérnico, Kepler, Galileu, Newton)
- Modelo e visão de mundo atuais do Sistema Solar, relacionando a Física com a Biologia e Ecologia
- Interpretações sociais dos diferentes modelos apresentados

**EIXO C**

**C1M - Construção e Validação de Instrumentos de Medida no Ensino e Pesquisa em Ensino de Física - Fernando Lang da Silveira (UFRGS)**

---

14 alunos

**Objetivo:** Aplicação da teoria da medida psicoeducacional na validação de instrumentos (teses, questionários, etc.)

**Ementa:**

- Quantificação da intensidade da relação entre 2 variáveis
- Validade das medidas: conteúdos; em relação a critério construído
- Análise de consciência de interna de instrumentos

**C2T - Educação e Sociedade - Maria Cristina Leal (UFF)**

---

2 alunos

**Objetivo:** Identificar nos debates sobre a relação Escola e Sociedade presentes na Sociologia da Educação aspectos que possam subsidiar os desafios recentes do ensino da biologia, física, química e ciências.

**Ementa:**

- Contribuições da Sociologia da Educação para a relação Escola/Sociedade
- O papel da ciência na formação do homem social

- Escola, Sociedade e ensino das disciplinas científicas

---

**C3M - História e Epistemologia da Física e Aprendizagem** - Amélia Hamburger (USP), Olival Freire Junior (UFBA), Michel Paty (CNRS/França) e Penha Maria Cardoso Dias (UFRJ)

---

**13 alunos**

---

**C4M - Metodologia de Pesquisa em Ensino de Física: Modelos Mentais**

---

**Cancelado**

---

**C5M - O Professor-Pesquisador de sua Prática Docente** - Dominique Colinvaux, Margarida Santana e Sandra Selles (UFF)

---

**12 alunos**

**Objetivo/Ementa:** Discutir a origem do “movimento de professores-pesquisadores” de sua prática docente; referências teóricas; experiências realizadas e/ou em andamento; atividade práticas com os participantes.

---

**C6T - Tópicos em Psicologia Cognitiva e a Pesquisa em Ensino de Física** - Fernanda Ostermann e Ileana Greca (UFRGS)

---

**5 alunos**

**Objetivo:** Introduzir aos professores algumas idéias sobre novas linhas de pesquisas e modelos da Psicologia Cognitiva, suas possíveis contribuições à pesquisa em ensino de Física e a transferência de seus resultados para a sala de aula.

**Ementa:**

- Objeto da Psicologia Cognitiva
- Sujeito cognitivo de Piaste, Vygotsky, Chomsky e Fedor
- Modelos de memória, raciocínio e resolução de problemas
- Conexionismo
- Modelos mentais de Jonhson-Laird
- Relato de uma pesquisa em sala de aula

## EIXO D

---

**DIT - Organização de Grupos de Interesse em Comunicação Eletrônica via Internet** - Maria Cristina Dal Pian, Marcilio Colombo Oliveros, Glêdson Elias da Silveira e Ana Lúcia A.A. Gomes (UFRN)

---

**14 alunos**

**Objetivo:** Preparar pesquisadores e professores na utilização de módulos temáticos de ciências, via Internet.

**Ementa:**

- Facilidades de comunicação oferecidas pela rede Internet
- Educação à distância via Internet: problemas e perspectivas
- Módulos Temáticos: sistemática de programação e sua adaptação ao ambiente de comunicação eletrônica
- Estabelecendo diálogos pedagógicos via rede
- Planejamento de grupo de interesse para 1995

## ENCONTROS

Dos 13 encontros programados, 12 foram realizados. O encontro B1 não foi realizado e os encontros C5 e D1 foram unidos de início no mesmo horário por serem do interesse do mesmo grupo de participantes. No entanto o assunto das publicações na área tomou todo o tempo do encontro, ficando o tema da Associação de Professores para a parte da tarde, juntando-se ao encontro C7 para tratar do próximo Encontro de Pesquisadores da área de Ensino de Física.

### EIXO A

---

#### A1 - Física nos cursos de formação profissional de 2º Grau

Org.: Nilson Marcos Dias Garcia (CEFET-PR)

---

#### 15 participantes

O encontro se realizou com a presença de cerca de 15 professores de escolas técnicas municipais, estaduais e federais, de diversos estados brasileiros.

As questões mais debatidas foram as seguintes:

- questionamento sobre a forma de encaminhamento da discussão relativa ao ensino técnico. A pouca participação de professores das escolas técnicas nas decisões e a ingerência política, acaba por vezes desconsiderando aspectos educacionais importantes;
- dificuldade encontrada em traçar a atual identidade dos cursos técnicos. Apesar de terem como objetivo a profissionalização ao fim do 2º grau, essas escolas, por serem públicas e apresentarem boa qualidade, têm sido procuradas como forma de acesso ao 3º grau;
- indefinição na função da física ensinada nos cursos técnicos. Ela é entendida ora como conteúdo essencial para a formação técnica, ora como disciplina básica, de formação geral.

Foram também registrados:

- o relato de uma experiência de uma escola que visa formar técnicos na área de saúde na qual foi adotado um currículo interdisciplinar, onde os conteúdos de física são desenvolvidos permeando outras disciplinas;
- a apresentação de alguns resultados de uma pesquisa sobre o ensino de física nas escolas técnicas federais;
- informações sobre a discussão que está sendo feita em uma das escolas da rede federal, visando a reorganização do conteúdo de física de forma a se adaptar às novas orientações nacionais para a educação tecnológica.

Não foi possível, entretanto, debater em profundidade as questões levantadas. Por serem polêmicas e abrangentes, absorveram todo o tempo destinado ao encontro, sem no entanto ter-se chegado a encaminhamentos.

Dada essa impossibilidade e por julgarem importante essa discussão, os presentes entenderam como fundamental que o debate se processasse em outros momentos, inclusive nos próximos Simpósios de Ensino, de forma a melhor clarear as questões relativas ao ensino de física nas escolas técnicas.

---

**A2 - Propostas curriculares de Física: metodologia, distribuição de conteúdos, avaliação**

Org.: Beatriz Alvarenga (UFMG)

---

**70 participantes**

Foi constituída uma mesa com os Profs Jesuína Pacca (USP), Paulo Manoel Mesquita de Medeiros (Prof 2º Grau - Natal), Luiz Alberto Mendes Guimarães (autor de livro-texto - Niterói) e Djalma Nunes Paraná (autor de livro-texto, SP).

Compareceram cerca de 70 pessoas de diversas regiões do País e elevado número de professores de 2º Grau que participaram dos debates demonstrando grande interesse pelas opiniões expressas pelos membros da mesa. Cada participante da mesa teve cerca de 15 minutos para apresentar um resumo de suas idéias.

**A conclusão mais importante:**

Os professores devem receber formação adequada de forma que, tendo material didático disponível, eles próprios possam pesquisar e selecionar o material para suas aulas bem como definir estratégias mais apropriadas à sala de aula.

**Recomendações à Assembléia final:**

1. Tendo em vista que grande parte dos livros-textos de Física apresentam erros conceituais e distorções pedagógicas diversas e que número elevado de professores definem seus currículos com base nesses textos, recomenda-se à SBF, através de sua Secretaria de Ensino, que promova um estudo analítico dos livros didáticos já publicados e dos que forem surgindo no mercado, procurando divulgar essas análises entre os professores, através de revistas de ensino, secretarias de Educação dos Estados e outros meios considerados eficazes para alcançar a divulgação pretendida.

OBS: Não se trata de proibição nem recomendação para uso de determinado material; deve simplesmente ser uma análise bem feita por pessoa competente, designada pela SBF, através de sua Secretaria de Ensino. Os recursos financeiros para a tarefa deverão ser procurados no SPEC/CAPES ou outros órgãos de financiamento. Poderá também ser criado um grupo de consultores.

2. Recomenda-se ainda que as discussões e idéias consensuais expressas no Relatório deste Encontro sejam levadas em conta em qualquer decisão a ser tomada futuramente

pelas autoridades educacionais a respeito de currículos mínimos ou estabelecimento de legislação correlata à definição de propostas curriculares de Física para o 2º Grau.

---

### A3 - Ensino de Física Moderna e Contemporânea a partir do 2º Grau

Org.: Carlos Rinaldi (UFMT)

---

Debatedores:

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Professor Eduardo A. Terrazzan -    | UFMS  |
| Professora Fernanda Ostermann -     | UFRGS |
| Professor Olival Freire Jr. -       | UFBA  |
| Professor Sérgio Roberto de Paulo - | UFMT  |
| Professora Umbelina G. Piubelli-    | UFMS  |

### 20 participantes

As exposições dos debatedores e as discussões feitas em nosso Encontro propiciaram aprofundamentos técnicos e reflexões sobre como implementar tópicos de Física moderna e contemporânea já no 2º grau. Alguns pontos são aqui sintetizados:

\* Quanto à estrutura curricular, das licenciaturas, bem como a formação continuada de professores, preparando-os para atuar no ensino de 2º grau, deverão contemplar tópicos de Física Moderna e Contemporânea e discutir sua transposição para este nível de ensino. Do que se tem conhecimento, são poucas as instituições de nível superior, quer seja no Brasil, quer seja no exterior, que efetuaram modificações de suas estruturas curriculares, contemplando a capacitação do futuro docente para trabalhar conteúdos desse gênero. Das falas dos expositores, pode-se observar, em particular, do relato de experiência da professora Umbelina, que o curso de licenciatura plena em Física do Departamento de Física da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, promoveu mudanças neste sentido.

\* Ao que se refere aos aspectos epistemológicos da Física Moderna e Contemporânea, observou-se da fala do Professor Olival Freire Jr. (IF/UFBA) que em alguns livros didáticos nacionais e internacionais e em alguns programas de vestibulares já incluem a evolução do conceito dessa nova Física. Tais inovações compreendem o percurso da mecânica Newtoniana à Teoria da Relatividade e à Física Quântica. Na argumentação do expositor há a postura favorável à introdução de Tópicos de Física Moderna e Contemporânea, em especial da Teoria Quântica, no ensino de Física do 2º grau. Isto se justifica, disse ele, pelo impacto dessa ciência no século XX.

Nesse sentido, surge a preocupação, levantada na fala da professora Fernanda Ostermann (IF/UFRGS) no sentido de que para inserir tópicos modernos e contemporâneos no ensino de Física do 2º grau, implica repensar esse currículo como um todo. Temas clássicos terão de dar lugar a assuntos mais atuais. Critérios para

tal seleção e implantação devem ser investigados. Em sua fala, a expositora cita algumas hipóteses a serem tratadas nas investigações.

Alguns grupos estão direcionando seus estudos e preocupações nessa direção, como é o caso da experiência relatada pelo Grupo de Ensino de Física da Universidade Federal de Mato Grosso pelo professor Sérgio. O grupo preocupa-se, atualmente, em investigar as concepções dos alunos sobre Física Moderna, e para isso fez um levantamento preliminar das visões dos alunos do 1º e 2º graus referente ao comportamento e constituição da luz, produção de energia pelo sol e constância da velocidade da luz.

\* Outro ponto de real importância, refere-se a produção de material didático pedagógico, bem como experimentos envolvendo este tema e que devem ser desenvolvidos a fim de viabilizar sua abordagem na escola secundária.

No XI SNEF, observou-se que existem várias iniciativas como por exemplo o trabalho do professor Nilson M.D.Garcia(CEFET-PR), professor César José da Silva (CEFET-GO) e professor João de Vasconcelos Coelho (Física-UFMT) na produção do material didático e experimentos sobre esta temática para o 2º grau.

Levantou-se, também, a importância da preparação do docente em exercício, como objetivo de gerar reflexões sobre a implantação de tópicos de Física Moderna e Contemporânea nesse nível de ensino, como, também, envolvê-lo em questões metodológicas e de conteúdos em um programa de educação continuada, ressaltou o professor Eduardo A. Terrazzan (UFSM).

Como o material publicado sobre o tema e sua pesquisa são escassos, o grupo do Encontro A3-Ensino de Física Moderna e Contemporânea a partir do 2º grau, desenvolveu a idéia de se construir uma rede de pesquisadores, voltados para estas questões, de forma a manter vivo um intercâmbio a nível nacional e internacional(inicialmente Uruguai e Argentina, os quais participaram das discussões).

A Rede funcionará através de um grupo de pesquisadores e centralizará um banco de dados de projetos e referências em torno da problemática.

O grupo constituir-se-á de uma coordenação geral e membros responsáveis pela sistematização das informações sobre as propostas/projetos sobre a temática que compõe as linhas de pesquisa, dentro do assunto levantados a partir deste evento.

O nome das pessoas encarregadas pelas coordenações foram estabelecidos entre os participantes do Encontro A3, que são elas:

| NOME                    | LINHAS  | INSTITUIÇÃO |
|-------------------------|---|-------------|
| Umbelina G.Piubeli      | Formação de formadores do 2º grau   | UFMS        |
| Sérgio Roberto de Paulo | Concepções alternativas em Física Moderna                                   | UFMT        |
| Olival Freire Jr.       | Epistemologia e história da ciência   | UFBA        |
| Eduardo A.Terrazzan     | Educação continuada para Ensino de Física Moderna                           | UFSM        |
| Fernanda Ostermann      | Estrutura de curso e currículo de 2º grau                                   | UFRGS       |
| César José da Silva     | Experimentos e material didáticos para Ensino de Física Moderna no 2º grau. | CEFET-GO    |
| João Tertuliano         | Banco de dados de propostas/projetos e trabalhos na temática/Bibliografia.  | UFPB        |
| Marly da Silva Santos   |   | UFF         |

O grupo tem como coordenadores "temporários", até o próximo EPEF, onde avaliam a evolução da rede através da atuação do grupo, os professores:

**Eduardo A.Terrazzan - UFSM**

Centro de Educação

Universidade de Santa Maria

97119-900 - Santa Maria - R.S.

FAX-(055) 226-2125

FONE:(055) 2261616 Ramal 2237

Correio eletrônico:TERRAZZA @ SUPER.UFSM.BR.

**Carlos Rinaldi - UFMT**

Av.Fernando Corrêa da Costa s/n

ICET. Departamento de Física

78060-900 - Cuiabá - MT

FAX:(065) 3611119

FONE:(065) 3158730 - 3158700

O grupo espera que outros pesquisadores da área somem esforços, integrando-se a rede, receber contribuições de toda a comunidade científica, bem como de professores interessados no assunto. As correspondências poderão ser enviadas aos coordenadores supracitados que farão a triagem e distribuição para os membros da rede.

## EIXO B

---

### B2 - Ensino de Astronomia

Org.: Silvia Helena Becker Livi (UFRGS) e Sérgio Mascarello Bisch (UFES)

---

#### 41 participantes

O encontro teve dois objetivos básicos:

1. a troca de experiência entre professores que incluem conteúdos de Astronomia em sua prática docente com o intuito de obter um panorama sobre a situação do ensino de Astronomia no Brasil;
2. a discussão das dificuldades encontradas neste ensino e possíveis encaminhamentos e soluções para os problemas detectados.

A parte de troca de experiência acabou sendo bem mais extensa, com diversos depoimentos, que resumimos a seguir:

Prof. Horácio Tignanelli, da Universidade Nacional de La Plata, Argentina: relatou que leciona Astronomia no ensino fundamental, onde coordena um projeto em que os textos didáticos de Astronomia são veiculados através de jornais locais, acessíveis a todos e distribuídos gratuitamente. Os textos são elaborados pelos próprios professores do ensino fundamental. Também utiliza o teatro bonecos como recurso didático. O projeto é conduzido essencialmente pelos municípios. São ministrados cursos para os professores onde a avaliação é feita com base na aplicação em sala de aula do material didático por eles elaborados. Durante o eclipse solar total de novembro de 1994, realizou um "acampamento científico" em Santa Catarina, com a participação de estudantes brasileiros e argentinos, para o qual foram preparados vários kits didáticos.

Prof<sup>a</sup> Maria Cristina Fernandes Bueno, de Ribeirão Pires, SP: busca adotar uma abordagem interdisciplinar, unindo a Astronomia à Geografia e História baseada na utilização de textos históricos.

Prof. José Carlos da Silva Oliveira, da Universidade Federal do Acre e também professor do estado do Acre: busca associar o ensino de Astronomia com a atividade prática de construção de lunetas. Ressalta que em seu estado há um problema seríssimo de falta de livros e de professores com formação adequada, por exemplo, na rede estadual de ensino do Acre não existe nenhum professor de Física com formação na área.

Prof. João Batista Havres, de Lajeado, RS: associa a Astronomia aos conteúdos de ótica e radiação, no 2º Grau, e busca interagir informalmente com professores de outras áreas.

Prof<sup>a</sup> Sílvia Helena Becker Livi da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: atua a nível do 3º Grau, ministrando disciplina obrigatória de Astronomia tanto para o bacharelado como para a licenciatura em Física na UFRGS.

Prof. Juan Martins, da Universidade Federal e da Universidade Católica de Goiás: atua no 3º Grau, buscando trabalhar interdisciplinarmente com professores das áreas de Filosofia e História. Através da introdução de disciplinas obrigatórias de Astronomia e História da Astronomia nas universidades em que trabalha, leciona Astronomia para os cursos de Geografia e de Licenciatura em Física. Atua também junto ao planetário da UFG, onde são ministrados cursos para formação de professores do ensino médio e fundamental. Busca trabalhar também na área da Antropo-Astronomia em conjunto com antropólogo visando estudar a relação entre o desenvolvimento social dos povos e o conhecimento de Astronomia.

Profª Rute Helena Trevisan da Universidade Estadual de Londrina: a partir de 1991 passou a atuar junto à rede estadual de ensino do Paraná através de cursos de extensão, uma vez que no currículo oficial de Ciências deste estado um dos eixos básicos é a Astronomia. Participou da análise de livros de didáticos de Ciências a serem adotados na rede pública do Paraná, cuidando da parte de Astronomia. Tem dado cursos de Astronomia para professores do ensino médio e fundamental em vários pontos do país. Na época do eclipse total de novembro de 1994, atuou intensamente na divulgação do fenômeno, onde enfatizou-se os cuidados a serem tomados para uma observação segura, relatando que esta campanha foi um sucesso, com nenhum caso registrado de dano à visão, junto à população.

Prof. Sérgio Mascarello Bisch, da Universidade Federal do Espírito Santo: atua em cursos de extensão de Astronomia voltados a atualização de professores do ensino fundamental de Ciências e Geografia e também em cursos dirigidos a estudantes do 3º Grau, visando a formação de monitores para atuação na recepção à comunidade, principalmente turmas de escolas, em sessões de visitação ao Observatório Astronômico da UFES.

Prof. Ozimar da Silva Pereira, de Diadema, SP: fomentou a criação de uma associação de astrônomos amadores em Diadema, que, com o apoio da prefeitura desta cidade, construiu e equipou um observatório municipal que atua na recepção ao público, atendendo cerca de 1.300 pessoas anualmente. No entanto este Observatório carece de uma apoio mais efetivo da prefeitura no sentido de profissionalizar o atendimento, já que as pessoas que nele atuam o fazem voluntariamente. O professor propôs o encaminhamento de uma moção à assembléia geral do SNEF solicitando o contato da SBF com as diversas prefeituras municipais que possuem observatórios mas que, no entanto, os têm deixado em situação de abandono, ressaltando a sua grande importância como instrumento didático. Os presentes ao encontro aprovaram unanimemente a proposta.

Prof. José Adolfo S. de Campos, do Departamento de Astronomia da UFRJ: atua no 3º Grau, lecionando técnicas instrumentais no curso de graduação em Astronomia da UFRJ. Chama a atenção para a tendência internacional de retomada do ensino de Astronomia com o uso intensivo de observatórios robotizados e sob controle remoto. Dá aulas de técnicas instrumentais mas tem sérias dificuldades com a falta de equipamentos adequados para isso. Pretende implantar um sistema de

ensino interativo via computador na UFRJ e chama a atenção para a existência de programas excelentes para o ensino de Astronomia, acessíveis via internet.

Prof. Naelton Mendes de Araújo, do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAst) do Rio de Janeiro: atua no ensino informal junto ao Museu de Astronomia, que dispõe de diversos telescópios e realiza um atendimento à comunidade. O MAst possui um planetário inflável, também utilizado no ensino informal, e realiza periodicamente um curso de introdução à Astronomia para o público em geral.

A discussão efetuada no segundo dia do encontro, devido ao tempo exíguo disponível, centrou-se no encaminhamento de sugestões à comissão de ensino da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) que estava representada no encontro através da presença de diversos de seus membros, inclusive sua coordenadora, Profa. Rute Helena Trevisan. As principais sugestões e discussões foram:

- a promoção de um workshop sobre ensino de Astronomia; sendo discutidas as possibilidades e dificuldades de sua viabilização, tais como a questão de verbas e o preconceito que geralmente existe contra a área de ensino, sendo lembrando o caso da campanha do eclipse solar total de 1994, que foi coroada de êxito e conseguiu captar verbas;
- contato e integração da comissão de ensino da SAB com as associações brasileira e latino-americana de planetários, visando articulação em prol da maior difusão e melhoria do ensino de Astronomia;
- aproveitamento da rede criada para a divulgação do eclipse solar para montagem de uma rede de ensino de Astronomia;
- encaminhamento ao SPEC de projetos específicos de ensino de Astronomia;
- o aproveitamento de todos os eventos astronômicos especiais, tais como o do eclipse solar total, como momentos privilegiados para a divulgação e o ensino da Astronomia;
- manter maior articulação com os clubes de astrônomos amadores espalhados por todo o país, visando aproveitar sua contribuição para a melhoria do ensino da Astronomia.
- a comissão de ensino da SAB deve funcionar efetivamente como o canal de contato entre os astrônomos profissionais e a comunidade.

Durante o encontro, os organizadores também chamaram a atenção para a grande incidência de trabalhos de ensino de Astronomia no XI SNEF, confirmando a tendência já observada nos simpósios anteriores de crescimento do interesse por esta área, sendo ressaltado que a própria constituição de uma comissão de ensino na Sociedade Astronômica Brasileira, em 1994, surgiu em decorrência de uma articulação entre astrônomos profissionais que atuam na área de ensino básico iniciada durante X SNEF, ocorrido em 1993 em Londrina. O SNEF constitui, portanto, um fórum privilegiado para a discussão do ensino de Astronomia e o encontro dos professores que a incluem em sua prática.

---

**EIXO C**

---

**C1 - Formação do Pesquisador em Ensino de Física: As ofertas atuais**

Org.: Sônia Krapas Teixeira (UFF)

---

**20 participantes.**

Apesar do presente encontro ter sido previsto para apresentar as ofertas atuais da pesquisa em ensino de física em seus vários níveis, não foi possível incluir a Iniciação Científica por exiguidade do tempo destinado ao Encontro. As informações a seguir foram selecionadas a partir dos *folders* colocados à nossa disposição pelos programas de pós-graduação a nível da especialização, do mestrado e do doutoramento das diversas instituições do país. Em geral elas se referem ao ano de 1995.

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - Faculdade de Educação**

**Programa:** Pós-graduação em Educação

**Nível:** Mestrado e Doutorado

**Área temática:** Ensino de Ciências e Matemática

**Linhas de Pesquisa:**

O Construtivismo e a psicogênese dos conceitos científicos; História da Ciência e da Matemática: significado epistemológico e consequências pedagógicas; Currículos de Ciências e de Matemática: fundamentos epistemológicos, contexto histórico, significado social; Construção de conceitos: interdisciplinaridade, expressão verbal e não verbal; Mudança conceitual no ensino de ciências; Relações de interdependência entre a língua corrente e as linguagens científicas: consequências pedagógicas; Materias didáticos para o ensino de Ciências e Matemática; Metodologia das Ciências e da Matemática: análise de temas específicos; Formação do professor de Ciências e de Matemática: estágios, formação regular e em serviço.

**Número de orientadores:** 15

**Processo de seleção:**

Mestrado: prova escrita e entrevista, ambas eliminatórias.

Doutorado: análise de projeto de pesquisa, entrevista eliminatória e definição de orientador

**Número de vagas:** 6 para mestrado e 5 para doutoramento.

**Endereço:** Faculdade de Educação da USP - Secretaria de Pós-Graduação  
Av da Universidade 308, Cidade Universitária  
05508-900 São Paulo - SP

**Fone:** (011)818-3206

**Fax:** (011)818-3160

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO - Faculdade de Educação**

**Programa:** Pós-graduação em Educação Pública

**Nível:** Mestrado e Doutorado

**Área Temática:** Educação em Ciência (sub-área Ensino de Física)

**Processo de Seleção:**

Prova de língua estrangeira, análise crítica de um artigo da área e entrevista

**Endereço:** Universidade Federal de Mato Grosso - ICET Coordenação de Pós-Graduação

Av. Fernando Correa da Costa s/n, Cidade Universitária

78060-900 Cuiabá - MT

**Fone:** (065)315-8700 e (065)315-8701

**Fax:** (065)361-1119

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**

**Faculdade de Educação**

**Programa:** Pós-Graduação em Educação

**Nível:** Especialização, Mestrado e Doutorado

**Obtenção dos créditos:** os obtidos num nível são considerados nos níveis subsequentes

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA**

**Programa:** Pós-Graduação em Ensino de Física do Segundo Grau

**Nível:** Especialização

**Processo de Seleção:** análise de curriculum, entrevista e prova escrita

**Número de vagas:** 10 a 20

**Endereço:** Universidade Estadual de Londrina

Pós-Graduação em Ensino de Física do Segundo Grau

Campus Universitário

86 051 Londrina - PR

Caixa Postal 6001

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO**

**Faculdade de Educação**

**Programa:** Pós-Graduação em Educação

**Nível:** Mestrado e Doutorado

**Área Temática:** Ensino de Matemática e de Ciências

**Interesses:** processos de formação do conhecimento e conseqüências para a educação em geral e para o ensino e a aprendizagem das ciências da natureza em geral; Educação Ambiental que valoriza a pesquisa-ação; novas tecnologias de ensino de física, inclusive as interfaces computacionais aos laboratórios; diagnóstico da situação de alfabetização científica; processos de pensamento e a relação entre a semiótica e a produção de notações nas crianças,

procurando relacionar os processos de construção de conhecimento com o ensino de ciências; relação entre as teorias gerais da didática que tenta compreender o processo de ensino-aprendizagem e os problemas específicos do ensino de ciências.

**Número de orientadores:** 8

**Processo de seleção:** análise de curriculum, entrevista e prova escrita eliminatória

**Endereço:** PUC-RIO - Departamento de Educação  
Rua Marques de S. Vicente 225  
22453-900 Riode Janeiro - RJ

**Telefone:** (021)529-9922

### **UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - Instituto de Física**

**Programa:** Pós-graduação em Física

**Nível:** Mestrado e Doutorado

**Área de concentração:** Ensino de Física

**Linhas de Pesquisa:** concepções alternativas, mudanças conceituais, história e filosofia da ciência, desenvolvimento de unidades

**Processo de seleção:**

Mestrado: 2 provas escritas sobre matérias do ciclo básico e matérias do profissional do curso de física, teste de língua inglesa (leitura) e entrevista

Doutorado: teste de duas línguas estrangeiras (leitura), apresentação de seminário e definição de orientador

**Endereço:** Instituto de Física da UFF  
R General Milton Tavares de Souza s/n, Gragoatá  
24210-340 - Niterói - RJ

### **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**Faculdade de Educação**

**Programa:** Pós-graduação em Educação

**Nível:** Doutorado

**Área de concentração:** Ensino de Ciências Naturais

**Linhas de Pesquisa:** Ensino de Ciências relacionados com os seguintes temas: Ciência, Tecnologia e Sociedade; Concepções alternativas; Epistemologia; História da Ciência; Interdisciplinaridade; Currículo; Teoria crítica e emancipatória; Epistemologia de Piaget; Educação e trabalho; Alfabetização técnica; Filosofia da Educação

**Número de orientadores:** 16

**Processo de seleção:** curriculum, projeto de tese e entrevista

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências da Educação  
Caixa Postal 476  
88040-900 Florianópolis - SC

**Fone:** (048) 31-9429

**Fax:** (048) 31- 9691

**Telex:** (048) 240

**Endereço eletrônico:** CED @BRUFSC.BITNET

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - Faculdade de Educação**

**Programa:** Pós-graduação em Educação

**Nível:** Mestrado e Doutorado

**Área de concentração:** Metodologia de Ensino

**Processo de seleção:**

Mestrado: 2 provas escritas e entrevista

Doutorado: entrevista e análise de projeto de pesquisa, dissertação de mestrado, histórico escolar e curriculum

**Endereço:** Universidade Estadual de Campinas  
Faculdade de Educação - Secretaria de Pós-Graduação  
Cidade Universitária Zeferino Vaz s/n, Barão Geraldo  
13081-970 Campinas - SP  
Caixa Postal 6120

**Fone:** (0192)39-7380 / 38-7473

**Fax:** (0192)39-7380

**UNIVERSIDADE FEDERALFLUMUNENSE - Centro de Estudos Gerais**

**Programa:** Pós-Graduação em Ensino de Ciências

**Nível:** Especialização

**Modalidade:** Ensino de Física

**Processo de seleção:** curriculum e entrevista

**Número de vagas:** 15

**Endereço:** Universidade Federal Fumunense  
Centro de Estudos Gerais  
Curso de Especialização em Ensino de Ciências  
Outeiro São João Batista s/n  
24210-130 Niterói - RJ

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**Faculdade de Educação / Instituto de Física**

**Programa:** Pós-graduação em Ensino de Ciências

**Nível:** Mestrado

**Modalidade:** Física

**Endereço:** Instituto de Física da USP - Secretaria de Pós-Graduação  
Cidade Universitária  
01452-990 São Paulo - SP

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - Faculdade de Educação**

**Programa:** Pós-graduação em Educação

**Nível:** Mestrado

**Eixo de Pesquisa:** Ensino de Ciências Naturais

**Temáticas de Pesquisa:** concepções prévias, epistemologia e ensino de ciências, abordagens alternativas e temáticas atuais no ensino de ciências, formação de professores

**Processo de seleção:** curriculum, prova escrita e apresentação e defesa do anteprojeto de pesquisa

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Educação  
Curso de Mestrado em Educação  
Campus Universitário - Camobi  
97119-900 Santa Maria - RS

**Fone:** (055)226-1616 Ramal 2237

**Fax:** (055)226-2125

**Correio eletrônico:** MSEDUC@SUPER.UFSM.BR

---

**C2 - Formação de professores de Física: Licenciaturas**

**Org.:** Yassuko Hosoume (USP)

---

**20 participantes**

Esse Encontro foi o resultado de uma tentativa de levantamento do panorama da formação de professores de Física a nível nacional, iniciado no decorrer do segundo semestre de 1994.

Contou com a participação de mais de vinte participantes, estando representadas pelo menos dez instituições.

Foram apresentados os primeiros resultados do levantamento em curso, onde constam 95 instituições públicas e privadas como responsáveis por cursos de Licenciatura, com perfis bastante diferenciados.

Os participantes relataram problemas e características dos cursos, tanto do ponto de vista dos professores como dos alunos, chamando atenção o grande número de propostas novas, especialmente licenciaturas noturnas.

Foi consenso entre os participantes a necessidade da criação de novos espaços para discussão específica dessa questão, sendo cogitada a realização de um Fórum das Licenciaturas no segundo semestre de 95.

Além disso, ficou estabelecida a manutenção de uma rede de intercâmbio de experiências em curso.

---

**C3 - Formação do professor de Ciências para o 1º Grau**

Org.: Idevaldo Bodião (UFCE)

---

**12 participantes**

Contando com a participação de 12 pessoas, o grupo era constituído, basicamente, por Mestrandos, Doutorandos e professores de 3º Grau vinculados a faculdades de Educação. Havia dois professores de 1º Grau (5ª/8ª), sendo que um era do Rio de Janeiro e o outro de Niterói.

Embora no elenco de questões arroladas inicialmente encontrássemos algumas relativas às séries finais do 1º Grau, as discussões centraram-se em torno da formação de professores de 1º Grau - 1ª/4ª - com intervenções relativas a graduações de 3º Grau (Pedagogias), de 2º Grau (Normal-Magistério) ou sobre a formação continuada.

Do Encontro não resultou nenhuma consideração ou recomendação taxativa, constituindo-se, apenas, de trocas de opiniões e relatos de experiências, sejam de pesquisa, sejam de trabalhos docentes, ou ainda de assessorias junto a professores.

A seguir, relatam-se algumas das questões apontadas pelo grupo, lembrando que a ordem dos temas não tem a pretensão de hierarquização.

1. Manifestaram-se preocupações quanto a metodologias e falta de frequência nas avaliações dos programas de formação em serviço.
2. Manifestaram-se também preocupações quanto à falta de coerência entre a formação oferecida pelos cursos de Magistério e/ou Pedagogia e os discursos mais avançados das nossas pesquisas. Desejamos que os professores de 1ª a 4ª séries tenham qualidades e competências que não estão contempladas na maioria de nossos cursos.
3. Houve manifestação de preocupações quanto à definição de conteúdos de ciências que deveriam ser tratados nos cursos de Pedagogia, bem como quanto ao papel da disciplina Metodologia do Ensino de Ciências, ou similares, no ajuste ótimo entre conteúdos e métodos em face à falta de formação, quase total, dos alunos de graduação nessa área.
4. Quanto aos cursos de Magistério (2º Grau), apontaram-se fragilidades na formação de Física, constituídas, quase sempre, por parcos conhecimentos de cinemática, apresentadas ao longo do primeiro ano, e fragilidades decorrentes da disciplina Metodologia do Ensino de Ciências ser conduzida por pedagogos, o que tem significado pouca familiaridade com Física, Química ou Biologia.
5. Como decorrência dessa má formação já apontada, foi assinalado que o professor de ciências de 1ª a 4ª séries parece "fugir" desses conteúdos de ciências, já que ele não os domina.
6. Reconhece-se a desvalorização da concepção de escola, portanto de ciências, que contribua para uma leitura crítica do mundo, permitindo, assim, a superação da visão de senso comum, o que é preocupante.

7. Mais uma vez foram apontadas a má qualidade do livro didático, bem como a quase total dependência do professor a ele, além das suas nefastas decorrências.

Por fim, avaliou-se como extremamente positivo o fato das discussões terem privilegiado os temas das séries iniciais do 1º grau, um indicador, auspicioso, de que essa temática amplia, reunião após reunião, seus espaços neste fórum; ao mesmo tempo, constata-se, ainda uma vez, a falta dos referidos professores.

---

**C4 - Organização dos Professores: ANDES, ANFOPE, SBF, ANPEd, SEP**  
Org.: Demétrio Delizoicov (UFSC)

---

**15 participantes**

A diretriz dada para o encontro foi no sentido de buscar uma participação mais organizada da área de Ensino de Física em eventos educacionais como CBE, ENDIPE e os promovidos pela ANPEd, ANFOPE, ANDES e outras entidades.

Este encontro procurou de alguma forma dar prosseguimento às discussões dos encontros de ensino de Ciências ocorridos nos dois últimos anos durante a reunião da ANPEd/Caxambu e que contou com a participação de professores/pesquisadores de alguns membros da comunidade de ensino de Física, assim como de Biologia, Química e Matemática.

A partir de uma sugestão de pauta, dois pontos se destacaram: o relato sobre a participação de professores/pesquisadores de ensino de Física naqueles eventos, especialmente nas duas últimas reuniões da ANPEd; e formas de interação institucional entre a SBF (SNEFs), ANPEd, ANFOPE, ANDES e outras entidades.

De modo geral, a nossa participação nos congressos educacionais, embora crescente nos últimos anos, tem se dado a partir de esforços e interesses individuais, com pequeno retorno nos encontros específicos da área. Por outro lado, a presença de educadores de outras áreas nos nossos encontros específicos tem sido pouca significativa, marcando presença apenas quando convidados para alguma atividade que envolva questões educacionais mais amplas e que vem se tornando cada vez mais raras. Esta situação dificulta a efetiva interação entre as entidades educacionais/Faculdades de Educação e a SBF/Institutos de Física e entre as pesquisas em ensino de Física e as educacionais. Entre outros reflexos deste distanciamento, inclui-se uma concepção segundo a qual o professor/pesquisador em ensino de Física parece não ser educador.

Outro ponto levantado foi a relação das entidades científicas com os sindicatos. Foi sugerida a necessidade de reverter as más condições de trabalho do professor, cujo reflexo mais imediato nas licenciaturas tem sido o seu quase total esvaziamento. Destacou-se o papel fundamental dos sindicatos (não só de professores) no sentido de sensibilizar a sociedade para reivindicar melhores condições para a educação.

A representante da ANDES informou que esse sindicato tem participação de várias reuniões acadêmicas cujo objeto é o problema educacional. Além disso, informou que a ANDES está organizando o Fórum Nacional em defesa da Educação, Ciência e Tecnologia e convidando as diversas associações científicas. A ANDES está aguardando resposta da SBF que até o momento não se posicionou quanto à sua participação.

A partir do que foi discutido no Encontro, foram encaminhadas as seguintes propostas:

1. Que temas educacionais mais amplos tenham espaço nos próximos SNEFs permitindo à comunidade se posicionar frente a questões emergentes;
2. que passem a ser uma prática sistemática nos próximos SNEFs o convite a representantes da ANFOPE, ANPEd, ANDES e demais;
3. que haja uma maior participação de professores/pesquisadores da área nos congressos promovidos por estas entidades.

---

### C5 - Associação de professores

Org.: Susana de Souza Barros (UFRJ)

---

#### 30 participantes

O Encontro iniciou-se com um breve histórico da Reunião "Associação de professores e/ou pesquisadores em ensino de Física?", realizada durante o IV EPEF em Florianópolis (Maio 94), para troca de idéias sobre a conveniência ou não de se criar uma associação de professores e/ou pesquisadores em Ensino de Física, independente da SBF. Naquela ocasião, chegou-se à conclusão que **não haveria espaço/interesse para criar-se uma nova associação específica para professores/pesquisadores**, cuja preferência seria a de continuar com as atividades de ensino de física dentro da SBF; e que poderia pensar-se na possibilidade de se criar uma **associação que congregasse os professores/pesquisadores das áreas de ciências e matemática**. Ficou assim decidido que o fórum correto para levantar esta discussão seria o presente Simpósio. Na ocasião, foi formada uma comissão informal que deveria se comunicar por correio eletrônico para trazer subsídios para este Encontro.

Essa discussão não foi suficientemente amadurecida em consulta à comunidade e conseqüentemente o presente Encontro teve que deliberar sobre a possibilidade/interesse e objetivos de uma "Associação Brasileira de Educação em Ciências", nome que foi apresentado para discussão, e aceito pelos participantes, logo no início do debate.

A seguir, os participantes tomaram a palavra para posicionar-se entre a criação de uma associação de educadores em ciências e a possibilidade de permanecer na SBF, fortalecendo a área de ensino com diversas ações de engajamento junto à comunidade de profissionais de Física - à qual pertencemos com nossa especificidade.

Foi reconhecido que existe uma certa apatia entre os membros de nossa comunidade, assim como o fato de que o sub-grupo de ensino de Física perdeu muitos sócios do 2º Grau ao longo desta última década por várias razões, entre as quais a oneração causada pelo pagamento das anuidades, além de não receberem a Revista de Ensino com a regularidade esperada.

Os depoimentos dos vários participantes que solicitaram a palavra podem resumir-se em duas correntes claramente definidas:

1. Criação de uma "Associação de Educação em Ciências", ponderando-se a necessidade de estabelecer um diálogo com os outros componentes do quarteto Física, Biologia, Matemática e Química, sendo que são previstas várias dificuldades, pelo fato de que alguns destes grupos já estão engajados na sua própria associação, como é o caso da Matemática. Esta proposta, que de início pareceu ser forte, teve um rápido decaimento ao longo de sucessivas intervenções quando foram levantados e discutidos os seguintes aspectos:

- i. os diversos empecilhos de operacionalização;
- ii. a necessidade de discussão mais ampla com os grupos representativos das outras áreas de ciências, o que poderia dar-se na SBPC ou na ANPEd, onde já há participação significativa dos pesquisadores em ensino de ciências, mesmo sem ter sido aprovada (pelo grupo que participou da Reunião Anual de 1994) a criação de um grupo de trabalho específico. Isto iria ao encontro de facilitar uma ampla discussão sobre a interdisciplinaridade e o ensino fundamental que hoje está parcelado nas áreas de conhecimento com a conseqüente degradação, ou entregue ao professor polivalente de biologia (5ª a 8ª séries) ou ao professor primário (1ª a 4ª séries) que não têm formação profissional adequada para este fim;
- iii. a possível perda de espaço dentro dos próprios institutos de Física, apontando-se que não existem no país instituições que formem especificamente o professor de física.
- iv. a quase impossibilidade física dos membros desta comunidade para manter um engajamento efetivo em mais uma associação de classe, o que requereria esforço e tempo para se estabelecer.
- v. os aspectos econômicos associados à formação de um novo concorrente às verbas existentes, mesmo reconhecendo-se que as verbas para a educação deverão ser incrementadas em relação às próprias verbas de financiamento destinadas às ciências duras;
- vi. vários dos presentes também levantaram que a criação de uma nova associação deveria ter um caráter mais amplo, incluindo-se as ciências humanas, já que não é educação em ciências que está em pauta e sim a **EDUCAÇÃO**.

2. Os argumentos em prol da hipótese de fortalecer o espaço de Ensino de Física - que é privilegiado por ser o único grupo que tem cadeira cativa na SBF (com

uma secretaria de ensino, cuja atribuição é de atender aos assuntos relacionados com o ensino) - foram levantados por um grande número de participantes na segunda parte da reunião, em base às considerações que se seguem:

- i. a falta de motivação clara das razões que levariam à criação de uma nova associação com a co-participação dos membros da nossa atual comunidade;
- ii. as possíveis dificuldades de articulação com os outros grupos de ciências, quando foi lembrado que os químicos e biólogos estão profissionalizados, etc;
- iii. o atual número de associados da área de Ensino de Física que é atualmente constituído prioritariamente por professores do 3º Grau.

Não houve deliberação específica a encaminhar para a Assembléia Geral.

Em nível de propostas, ficaram as seguintes "idéias" para serem amadurecidas:

criar um fórum de discussão

- a) na SBPC através de sua secretaria de Educação, devendo-se entrar em contato com os responsáveis para conversa informal;
- b) continuar com uma discussão mais ampla na ANPEd, como locus mais apropriado e que já constitui um espaço que congrega os pesquisadores das diversas áreas de ciências e onde se discutem os **problemas das ciências no contexto da educação**.

---

### C6 - Novas Tecnologias: Ensino a Distância, Redes , Vídeo, Computador

---

21 participantes

A partir do levantamento dos interesses dos participantes no assunto e sua experiência direta, dois aspectos prioritários transpareceram na discussão:

- i. as tecnologias mais mencionadas são: a informática na educação nas suas diversas modalidades: modelagem, administração escolar, multimídia, interfaccamento, etc;
- ii. o ensino a distância.

Os problemas levantados podem ser caracterizados pela aplicação ao nível local (micro) que, como vemos pela própria incidência de trabalhos e cursos apresentados neste Simpósio, são ainda tímidos.

No contexto nacional/global, em que vivemos na era presente, em que TODAS (ou quase) as expectativas de melhoria, mudança, futuro da educação estão sendo colocadas acima da utilização/aplicação de novas tecnologias ao espaço escolar que hoje se amplia através de redes eletrônicas, criando novas formas de comunicação e aquisição de conhecimento que parecem não ter limites. Isso vem-se dando em um espaço muito curto de tempo, já que **uma das características mais visíveis da aplicação de novas tecnologias (NT) é a velocidade com que são escolhidas e impostas aos sistemas de grandes números**, com a conseqüente falta de reflexão e

controle, necessários à implementação de sistemas tão complexos (e que dependem da formação de mão de obra, aspectos técnicos para sua execução eficiente, aspectos intelectuais, metodológicos, escolhas de conteúdos, etc) que ainda não estão devidamente amadurecidos para influenciar positivamente a melhoria efetiva da educação para todos. Ou seja: como utilizar as NTs desde que se aceite como premissa que estão definitivamente presentes na vida social do país?

Preocupa essa forma de entrada das NTs, quando se observa que existem hoje sistemas educacionais inteiros, em diversos estados (Maranhão, Ceará), que já estão compulsoriamente (pelas autoridades educacionais) integrados em redes de TV, através de programas obrigatórios para todos, implementados das formas mais diversas. A consequência dessas ações, como bem sabido por experiências anteriores, não pode ser positiva e o gasto e investimentos realizados não parecem justificar esse tipo de "mau uso da NT".

O ensino a distância, que parece ser um dos "trunfos" da nova administração federal para solucionar os problemas educacionais em nível macro, deve ser considerado com maior cuidado, já que sua implementação requer especialistas e administração de alta eficiência, que devem ser formados previamente à implementação em grande escala, sob risco de perder tempo (precioso) e dinheiro (que não sobra).

Vários exemplos relevantes no nível macro foram levantados:

- i. O programa EDUCOM que o Ministério da Educação implementou em várias universidades do país, dando autonomia para o desenvolvimento de diversos programas para o uso do computador na educação.
- ii. Cursos de formação para professores em Informática Educativa, ministrados em diversas universidades, que na sua maioria coincidem com aquelas que participam do projeto EDUCOM.
- iii. Ações isoladas em muitos departamentos de Física no país, utilizando o recurso do computador para interfaceamento no laboratório, produção de softwares de física, etc.
- iv. Criação de softwaretecas nas universidades e muitas escolas particulares de 2º Grau.

#### **Duas possíveis propostas para a SBF:**

1. Solicitar que esta se dirija às autoridades educacionais para evitar os modismos/casuismos na introdução da informática educativa na escola, preparando-se recursos humanos competentes e críticos e permitindo a flexibilização dos programas a nível da escola/aula.
2. Que se monte um banco de dados e softwares educacionais que estaria a disposição dos interessados a preço de custo. Este serviço requereria uma administração adequada que pudesse responder às solicitações dos

interessados que teriam acesso ao banco de dados através do endereço eletrônico da SBF.

---

### **C7 - Organização do V EPEF**

Org.: Maria José P. M. Almeida (UNICAMP)

---

#### **20 participantes**

Resoluções do Encontro para organização do V EPEF - Encontro de Pesquisa em Ensino de Física:

Apresentada argumentação pelo Prof José André Angotti, coordenador do IV EPEF, concordou-se em anexar aos Resumos deste encontro - IV EPEF - uma separata com as discussões e resoluções dos GTs, uma vez que nestes Resumos estão totalmente transcritas as palestras e resumos dos painéis.

Quanto à organização do V EPEF, confirmou-se a oportunidade de regularizar seu caráter bi-anual em anos alternativos ao SNEF. E a data do V EPEF deverá ser em 1996, preferencialmente no final de Abril ou início de Maio.

Resolveu-se também que a Comissão Organizadora, Professores Maria Cristina Dal Pian Nobre, Maria José PN de Almeida, e Marco Antonio Moreira, irá decidir com o apoio da SBF o local mais adequado para o encontro, devendo este ser no eixo Rio-São Paulo-Minas, em um hotel onde ficarão hospedados os congressistas, como já ocorreu no IV EPEF, devendo, no entanto, haver o máximo empenho da comissão e da SBF no sentido de que haja financiamento total para essa reunião tópica, incluindo passagens e hospedagem.

A comissão deverá também empenhar-se junto à SBF para divulgação do encontro junto à comunidade de pesquisadores nacionais e colegas do exterior já presentes no encontro anterior.

Discutiu-se ainda que, nos três dias do EPEF, sua estrutura deverá possibilitar tempo para que, entre os trabalhos enviados, os mais abrangentes e completos tenham espaço para apresentação e efetiva discussão, sem se preterir, no entanto, pesquisas ainda em desenvolvimento e devendo haver também espaço para a discussão de questões abrangentes envolvendo as importantes relações da pesquisa com o ensino e a prática educacional.



Comunicação sobre publicação, XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foto: Berg Silva

## EIXO D

---

### D1 - Publicações para o Profissional de Ensino de Física

Org.: João Zanetic (USP)

---

**50 participantes**

### MOÇÃO 3

(Encaminhada por João Zanetic, Coordenador do Encontro D1: Publicações para o Profissional de Ensino de Física)

Considerando que:

1. a Sociedade Brasileira de Física não pode omitir-se nas questões em que seus associados podem contribuir para a solução de problemas nacionais pois, até estatutariamente, não deve restringir-se a interesses corporativos. Entre essas questões, a educação vive longa crise relativamente à qual todos os físicos, não só os pesquisadores em ensino, têm algo a contribuir;
2. a Revista de Ensino de Física é um instrumento que pode se revelar importante desde que efetivamente apoiada. Não se pode, portanto, aceitar que ela fique abandonada, sem recursos, como já aconteceu em longos períodos onde as demais atividades não sofreram discontinuidades;

Os participantes deste XI SNEF,

1. não pretendendo restringir-se a "interesses da área", no que trata da Revista, gostariam de ver sua política editorial mais amplamente discutida entre seus associados e ver a direção da Revista participando do debate educacional. O SNEF é um espaço para esse debate e não pode ser ignorado na definição dos rumos da Revista;
2. à parte disso, convidam o Conselho e a Diretoria da SBF a, no tocante à questão educacional, retomar juntamente com o conjunto de associados, a postura combativa que essa Sociedade já teve noutros momentos.

Seguem-se os nomes de João Zanetic, Luiz Carlos de Menezes, Maria Regina Kawamura, Yassuko Hasoume, todos da USP.

**Votação: aprovada com 04 abstenções**

## I JORNADA NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA À PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA

A I JORNADA NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA À PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA foi criada com o objetivo de propiciar aos alunos de graduação de cursos de Licenciatura em Física a troca de suas experiências em desenvolvimento em Projetos de Pesquisa em Ensino de Física e/ou Projetos de Extensão, com atividades de ensino para 1º e 2º graus.

Tal Jornada veio contribuir para assinalar aos alunos de cursos de Licenciatura, futuros professores de 1º e 2º graus, a possibilidade de uma trajetória acadêmica nos mesmos moldes daquela vislumbrada por alunos de cursos de Bacharelado. Valoriza-se assim a importância da pesquisa em Ensino de Física para propiciar mudanças efetivas que alcancem as escolas básicas e médias.

Foram 22 trabalhos inscritos, sendo que 17 se apresentaram, em painéis com exposição oral, distribuídos por tema:

### 1 - Ensino de Ciências (Física) para o 1º grau

- O ensino de conceitos de Física através de atividades experimentais  
Saionara Moreira Alves das Chagas - UFRJ
- Proposta de ensino de Ciências (Ótica) para alunos do 1º grau  
Sávio Luiz Silva da Costa - UFRJ
- O lúdico e o ensino de Física  
Rildo Santos Ribeiro - UFRJ
- Desenvolvimento conceitual das Ciências através da atividades em física na escola do 1º grau  
Edson Ramos de Andrade - UFRJ
- Proposta de ensino de Ciências (eletromagnetismo) para escola primária  
Alexandre da Silva Amâncio Pereira - UFRJ

### 2 - Ensino de Física (2º grau)

Coordenador: Alberto Gaspar - UNESP / Guaratinguetá

- Caindo com a aceleração maior que  $g$   
Cristiane Bedaque Mira - UNESP/ Guaratinguetá
- Um chafariz de baixa pressão  
Alessandra Memari Pavanelli - UNESP/ Guaratinguetá
- Fonte excitadora de oscilações para cordas vibrantes  
Tiago Raimundo da Silva - UNESP/ Guaratinguetá
- Um gerador de corrente elétrica  
Marco Aurélio A. Monteiro - UNESP/ Guaratinguetá

- Proposta de construção de atividades para turmas de Formação de Professores  
Ana Paula C. Rodrigues e  
Waleska Gaspar de F. Lima - UFRJ
- Mersenne e as cordas vibrantes  
Elder Sales Teixeira - UFBA

### 3 - Ensino de Física (2º grau)

Coordenadora: Sônia Salém - USP

- Física Moderna no 2º grau  
Rodolfo Alves de Carvalho Neto - UFBA/Col. Módulo/Col. Antônio Vieira
- Introdução de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no 2º grau  
Alcino Vasquez Moreira,  
Cláudia Costa Lopes e  
Roberto Affonso Pimentel Jr. - UFF
- Estudo sobre a eficácia de metodologia de resolução de problemas no ensino de Física  
Anderson Wagner Dias de Souza - UFRJ
- Um estudo dos artigos de "Ciência Hoje" relativos à Física  
Lilian Cristiane Almeida dos Santos e  
Márcia Emi Fugiwara - USP
- Formação do professor de Física - História da Ciência e Ensino  
Américo M. Montenegro e  
Anisabel da Glória P. Macêdo - UFRJ
- A ciência como objeto de ensino e pesquisa  
Andréa Reis Albino e  
Maria Cristina F. Martins - UFRJ



Jornada B1, Painéis, XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foto: Berg Silva

A Comissão Julgadora foi formada pelos professores:

- 1 - Kátia Nunes Pinto - C.E.Heitor Lira / C.E.Clóvis Monteiro - RJ
- 2 - Sandra Alves de Almeida - GIEP / RJ
- 3 - Maria José P.M. de Almeida - UNICAMP
- 4 - Moacyr Ribeiro do Vale - USP

Estes professores acompanharam a exposição dos painéis e comunicação oral dos participantes e, também, avaliaram os textos apresentados. Seguiram os seguintes critérios para o julgamento:

A - Novidade e importância para a área de pesquisa em ensino de Física

B - Painel

- Representação do trabalho
- Fidedignidade ao trabalho
- Síntese do trabalho

C - Comunicação oral

- Capacidade de síntese
- Envolvimento pessoal no trabalho
- Capacidade de expressão

D - Texto

- Clareza na justificativa / objetivos / finalidade
- Desenvolvimento do trabalho
- Resultados preliminares
- Relevância do trabalho para a sua formação
- Contribuição do trabalho para a área de pesquisa

A Comissão Julgadora achou todos de grande relevância para a área, sendo que os 6 que mais se destacaram foram selecionados para a publicação nas Atas do XI SNEF, na sua versão completa.

São eles:

### **O lúdico e o ensino de Física**

Rildo Santos Ribeiro - UFRJ

Profª Orientadora: Deise Miranda Vianna

### **Desenvolvimento conceitual das Ciências através das atividades em física na escola do 1º grau**

Edson Ramos de Andrade - UFRJ

Profª Orientadora: Susana de Souza Barros

**Estudo sobre a eficácia de metodologia de resolução de problemas no ensino de Física**

Anderson Wagner Dias de Souza - UFRJ

Profª Orientadora: Susana de Souza Barros - UFRJ

**Formação do professor de Física - História da Ciência e Ensino**

Américo M. Montenegro e Anisabel da Glória P. Macêdo - UFRJ

Profª Orientadora: Deise Miranda Vianna

**A ciência como objeto de ensino e pesquisa**

Andréa Reis Albino e Maria Cristina F. Martins - UFRJ

Profª Orientadora: Deise Miranda Vianna

**Um gerador de corrente elétrica**

Marco Aurélio A. Monteiro - UNESP/ Guaratinguetá

Prof. Orientador: Alberto Gaspar - UNESP/ Guaratinguetá

---

**O lúdico e o ensino de Física**

Rildo Santos Ribeiro - UFRJ

---

Nosso trabalho pretende apresentar aos futuros professores de 1ª a 4ª série do 1º grau métodos para trabalhar o ensino de ciências através de atividades físicas, buscando uma maior participação e interesse dos alunos.

**1- INTRODUÇÃO**

Observamos hoje na maioria das escolas, que as aulas de diferentes disciplinas são ministradas de uma forma que causa o desinteresse dos alunos.

As crianças que estudam entre a 1ª e 4ª série do 1º grau estão em uma faixa etária onde a descoberta do mundo se faz através de movimentos e brincadeiras. A teoria do desenvolvimento infantil de Vygotsk (1) afirma que as brincadeiras são responsáveis pela preparação das crianças para o mundo adulto, sendo também uma linguagem própria do mundo infantil.

Utilizando tais considerações, podemos levar sistematicamente atividades desenvolvidas através de brincadeiras para a sala de aula. Assim poderemos passar os conteúdos programáticos, contando com a participação e interesse dos alunos.

Para entendermos melhor o interesse dos alunos por tais atividades podemos utilizar a teoria do Contínuo Energético Bipolar, ou simplesmente teoria Bipolar (2), a qual afirma que o desenvolvimento do corpo, para ser perfeito, deve se dar através do desenvolvimento da mente, valendo também o contrário.

Portanto, ao se colocar um aluno sentado em uma cadeira de uma sala de aula, estudando por exemplo as órbitas dos planetas, estamos querendo desenvolver sua mente separada de seu corpo, contrariando a teoria Bipolar.

Por que será que a maioria das crianças preferem andar de bicicleta ou jogar bola a ficar sentada estudando matemática? Se utilizarmos a teoria Bipolar como resposta, onde é dito que qualquer excesso de ênfase sobre a mente ou sobre o corpo naturalmente causa desarmonia no Contínuo Energético Bipolar, entenderemos o porquê do desprestígio da matemática. Se observarmos o andar de bicicleta ou o jogo de bola, além do movimento corporal, o raciocínio é muito importante. Ninguém joga bola sem pensar para quem efetuará um lançamento e em que momento fazê-lo. Este sincronismo entre corpo e mente é natural do ser humano, causando-lhe sensação de bem estar; quando não existe este sincronismo, há um desequilíbrio energético, culminando no descontentamento de quem o sofre.

A prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Isabel da Cunha, em seu livro "O bom professor e sua prática" (3), revela que a maioria dos alunos, das mais diferentes faixas etárias afirmam que o bom relacionamento com seus professores ajuda na compreensão da matéria, pois esta boa relação aluno-professor causa prazer para ambas as partes. É muito mais fácil para o aluno prender sua atenção em uma aula prazerosa, tendo como conseqüência o bom entendimento acerca da matéria explicada.

Procuramos sempre nos manter próximos de tudo aquilo que nos causa prazer. Sendo assim, utilizando atividades lúdicas corporais em sala de aula, estaremos causando prazer aos alunos e conseqüentemente podendo contar com uma maior participação em aula.

"O lúdico é uma das necessidades básicas da personalidade, do corpo e da mente. O lúdico faz parte das atividades essenciais da dinâmica humana. A atividade lúdica caracteriza-se por espontânea, funcional e satisfatória." (2)

As atividades lúdicas serão usadas por nós para despertar o interesse e fixar a atenção dos alunos. A partir daí, levaremos através delas conhecimentos científicos, ou seja, elas serão um veículo facilitador do processo ensino-aprendizagem, contribuindo para o bem estar dos alunos.

O aspecto da competição envolvido nas atividades não encerra em si uma postura desumana e predatória. A competição está em quase todas as atividades humanas, desde os mais remotos tempos, independentes de sistemas econômico, político ou de organização social. Portanto, apresentar aos alunos uma competição com realce ao equilíbrio, à justiça e à parceria, estaremos contribuindo à construção pelo aluno de uma visão crítica de mundo, tornando-o sensível à realidade que o cerca e a forma como está estruturada a vida competitiva e como nela atuar.

"A competição existe e não é nossa intenção negá-la, mas sim transformá-la em instrumento de construção da realidade, sem que perca, contudo, suas características de elemento lúdico e instrumentalizador que é." (4)

Não podemos deixar de considerar outro aspecto importante no uso de tais atividades lúdicas corporais: o desenvolvimento das habilidades corpóreas e

integração social dos alunos envolvidos, fato este um tanto quanto esquecido na maioria das disciplinas.

## 2 - PROPOSTA CURRICULAR PARA ENSINO DE CIÊNCIAS

No livro da SME de 1ª a 4ª série (5), na proposta para ensino de ciências da UFRJ para a SME (6), assim como em alguns livros-textos de ciências de 1ª a 4ª série (7, 8, 9, 10 e 11), destacamos como conteúdos básicos para a área os seguintes :

- luz / calor/ eletricidade  
suas formas e utilização;
- o céu;
- o dia e a noite;
- sol / energia;
- água e ar em nosso planeta;
- corpos celestes;
- orientação espacial;
- magnetismo.

Diante disto e baseando-nos na proposta teórica apresentada, seguem algumas propostas de atividades.

## 3 - ATIVIDADES

Para **ORIENTAÇÃO ESPACIAL** podemos propor que os alunos dêem as mãos formando um círculo, observando quem está a direita e a esquerda. Deverá ser dado um sinal e então os alunos soltarão as mãos e começarão a andar aleatoriamente. Ao novo sinal, os alunos deverão dar a mão esquerda a quem estava à sua esquerda e a direita ao colega que estava à direita, tendo o objetivo de formar outra vez o círculo. Aquele que der as mãos trocadas ficará virado ao contrário.

Podemos também propor que arrumem as carteiras da sala de aula formando um labirinto com duas entradas. A turma se divide em dois grupos e cada um escolhe um componente para ser guiado com os olhos vendados pelo interior do labirinto, obedecendo apenas as ordens **DIREITA, ESQUERDA, FRENTE E ATRÁS**, dadas pelo seu grupo. Aquele que chegar no fim do labirinto primeiro será o vencedor.

Após os alunos conhecerem direita e esquerda, podemos apresentar os pontos cardeais, fazendo uma atividade na qual existam quatro grupos tendo um representante cada um, que será guiado com os olhos vendados obedecendo as ordens **NORTE, SUL, LESTE e OESTE** dadas pelo seu grupo. Participarão da atividade dois grupos de cada vez e, os que através das ordens conseguirem fazer com que seus representantes se choquem em algum local da sala de aula em menos tempo serão os vencedores.

Para MAGNETISMO podemos começar propondo que cada aluno pegue dois ímãs e observe a atração e repulsão entre os pólos, colocando a idéia de pólos iguais e diferentes. Em seguida podemos propor que cada aluno dê sugestões de nomes para os pólos. Após isto, podemos propor que se dividam em grupos e joguem partidas de futebol de botão utilizando um ímã de barra pequeno como bola e outros ímãs de barra maiores como espátulas. O objetivo é através da repulsão entre os ímãs, conduzir o ímã pequeno até o "gol".

Para o estudo dos planetas, podemos incentivar os alunos a procurarem no dicionário o significado das palavras ROTAÇÃO e TRANSLAÇÃO, tendo como objetivo mostrar para os alunos que TRANSLAÇÃO quer dizer movimento de um corpo e ROTAÇÃO significa movimento giratório de um corpo, mostrando que seus significados não são específicos dos planetas. Com isso acreditamos que os termos sejam entendidos e não apenas decorados. Após a procura faremos vários círculos no chão e em seguida daremos o sinal TRANSLAÇÃO; após este os alunos deverão andar pela sala (ligando assim a idéia de movimento). Em seguida daremos o sinal ROTAÇÃO e os alunos deverão ocupar os círculos e começarem a rodar imitando um animal (para tornar a atividade mais animada), obedecendo um número estabelecido de pessoas por círculo. Os que ficarem de fora poderão sair da brincadeira. O nº de círculos deverá diminuir de forma que apenas poucos alunos ocupem o último círculo. Os que ficarem dentro do último círculo serão os vencedores.

#### 4 - PERSPECTIVAS

Nosso trabalho encontra-se em fase de fundamentação. No próximo período pretendemos oferecer estas atividades, e outras como: utilizando uma bússola, a turma se dividirá em dois grupos, e cada um desses seguirá pistas escondidas pela escola que os levarão a descobrir algum objeto escondido (ex: siga 10 passos para norte e procure nova pista). O grupo que descobrir o objeto em menos tempo será o vencedor. Para explicar as órbitas dos planetas podemos fazer um círculo no chão, dentro do qual serão colocados três alunos segurando a extremidade de uma corda. Um aluno amarrado pela cintura na outra extremidade tentará andar sobre uma linha reta feita no chão. Os alunos do interior do círculo farão força apenas para manterem-se dentro dele. Será feito um rodízio de modo que todos participem dentro e fora do círculo. Chamaremos a atenção dos alunos para o fato deles não conseguirem andar em linha reta enquanto seus colegas fazem força dentro do círculo, realizando um movimento circular em torno dos seus colegas. Assim podemos fazer analogia às órbitas dos planetas.

Essas atividades serão apresentadas para turmas do 1º segmento do 1º grau.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) OLIVEIRA, Marta K. Aprendizado e Desenvolvimento. Um Processo Sócio-Histórico, Scipione, São Paulo, 1993
- (2) FEIJÓ, Olávo G. Corpo E Movimento, Shape Editora, Rio de Janeiro, 1992
- (3) CUNHA, Maria Isabel. O Bom Professor E Sua Prática, IBRASA, Porto Alegre, 1992
- (4) BOLETIM DA SÉRIE DE EDUCAÇÃO FÍSICA. Um Salto Para o Futuro. TVE, 1994
- (5) SME, Fundamentos Para Elaboração do Currículo Básico das Escolas Públicas do Rio de Janeiro. 1991
- (6) Ensino de Ciências Dentro de uma Proposta de Núcleo Básico Para o Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993
- (7) OLIVEIRA, Nyelda R., WYKROTA, J.L.M. Descobrimo o Ambiente, vol.1, 2, 3, 4. Formato, 1991
- (8) SOUZA, J. Ainda Brincando, Brasil, São Paulo, 1979
- (9) PARSIN, J. O Homem e Seu Ambiente, IBEP, São Paulo, 1983
- (10) BARROS, C. Ciências, Atica, São Paulo, 1983
- (11) NEVES, D.P.M. Ciências e Saúde, IBEP, São Paulo, 1980

---

### Desenvolvimento conceitual das Ciências através da atividades em física na escola do 1º grau

Edson Ramos de Andrade - UFRJ

---

## 1 - INTRODUÇÃO

"... A vulgarização e banalização dos resultados científicos através dos meios de comunicação de massa, das terapias (ocupacionais ou não), e, enfim, através da escola, tem a finalidade de interpor a experiência real de cada um e sua vida à fala do especialista. (...) Essas múltiplas falas de especialistas competentes geram o sentimento individual e coletivo da incompetência, arma poderosa da dominação". (Marilena Chauí, O que é ser educador hoje ? Da arte à ciência : A morte do educador. O educador: Vida e Morte, Brandão, Carlos R. (org). 7a ed., Graal, rio de janeiro, 1986, P.58).

Durante o curso de primeiro grau, os ensinamentos de Física são conduzidos de forma a culminar numa fase de transição para o ensino secundário, onde a grande parte dos conceitos (quando formados) são agrupados em categorias e transformados em etapas (obstáculos) a serem cumpridas pelos estudantes. Suas atenções são dirigidas para os cálculos matemáticos, havendo negligência quanto ao aspecto fundamental para a iniciação às ciências: **a formação de um conceito**.

Partindo dessas idéias, nos lançamos à pesquisa com uma proposta de se abordar a Física no primeiro grau, dando maior ênfase a uma visão conceitual de

fenômenos, cujo enfoque matemático tornou-se clássico neste nível de ensino. Desta forma permitimos ao estudante o desenvolvimento de seu senso crítico, através de observações concretas e da capacidade de abstrair, para que a partir deste ponto possamos caminhar juntos, alunos e professores, no sentido de uma linguagem que permita a universalização de um conceito: **a linguagem matemática**.

"... Abstração nenhuma faz qualquer sentido na ausência dos objetos específicos, variados, "reais", a partir dos quais foi possível o abstrair. Para a Ciência e para seu aprendiz, o símbolo precisa, primeiro, ser criteriosamente construído para, só então, poder ser utilizado. Além disso, não pode ser reificado a ponto de substituir o que simboliza ou a estátua do santo vira santo..."(Hosoume, Y., Kawamura, M.R.D., Menezes, L.C., *Objetos e objetivos no Aprendizado da Física*, publicações, Instituto de Física - USP - São Paulo 1994, P.5).

O nosso trabalho está basicamente comprometido com um enfoque sobre o programa de Física no primeiro grau, mais especificamente na oitava série, que busque elementos nos estudantes, que permitam a construção de conceitos a partir da observação de ocorrências na Natureza de regularidade reconhecida por eles (alunos) como evidente. Uma pedra que cai seria absolutamente livre de especulações quanto ao fato em si, de cair, porém, se o "referencial" foi mudado arbitrariamente para distintas observações este movimento poderá ocorrer no sentido inverso ao normalmente observado: a pedra **sobe** !!! Para isto basta o observador estar de cabeça para baixo.

Observações deste tipo foram despertando em nossos estudantes, um "**sentimento físico**" que nos permitiu desenvolver idéias sobre assuntos como movimento circular uniforme, a partir do estudo do movimento retilíneo uniforme, especulando e fazendo crescer cada conceito.

A nossa idéia de desenvolver este trabalho teve um grande impulso, quando da análise das respostas a um questionário ao qual foram submetidos alunos de primeiro ano do segundo grau. Pudemos constatar que boa parte dos alunos (cerca de 50%) não percebe qualquer influência dos ensinamentos oferecidos no primeiro grau, que grande parte (cerca de 80%) não estudariam Física se tivessem opção de escolha e a grande maioria (cerca de 92%) acha a disciplina bastante difícil.

As respostas colhidas alinhavam o perfil de um estudante cansado e desestimulado com a Física, cuja desgastada imagem, acreditamos, poderá ser restaurada a começar por uma estrutura no primeiro grau, que permita o desenvolvimento conceitual das ciências sem os impactos negativos de matemáticas ainda sem sentido para o estudante.

## 2 - O RELEVANTE ASPECTO HISTÓRICO

Acreditamos ser de vital importância que seja invocado no estudante um sentimento de respeito aos que contribuíram para a construção do conhecimento e que

revivendo as dificuldades de cada época, pode-se fomentar os conceitos na forma que se apresentam atualmente.

"... A história da Física é recurso inesgotável ao ensino da Física. Entendemos que, revivendo os problemas que deram origem ao conceito e tentando resolver os problemas com os mesmos argumentos da época em que foram inventados, o estudante terá uma melhor compreensão do conceito: em primeiro lugar, ele vai saber "porque o conceito existe", em vez de partir de definições e postulados que soam como "mágicas"..."(Penha, M.C.D., Herli, J.M. et al, - linhas de pesquisa do grupo de ensino da Física e história da Física - Representação do conhecimento - FINEP/UFRJ - Rio de Janeiro 1994, P.16).

### 3 - DOIS TÓPICOS DO NOSSO TRABALHO

#### 3.1 - O conceito de movimento: um exercício de localização

O conceito de movimento é fundamental em Física, para desenvolvê-lo de maneira conveniente ao nosso pensamento, não nos preocupamos em defini-lo com cinco ou seis palavras. Utilizamos nossas idéias no sentido de se construir o conceito de movimento a partir de uma única questão: "onde estou?".

Uma vez que o aprendiz consegue identificar o lugar que ocupa dentro de um sistema físico, estabelece-se intuitivamente a noção de referencial, que será o ponto de partida para a determinação de posições e suas variações ao longo do tempo.

Sem perceber, o estudante está firmando relações com conceitos cada vez mais gerais sem que se tenha definido qualquer deles. É desenvolvido um "sentimento de interação" com o mundo circundante, de forma a levar o estudante a perceber que é parte integrante deste grande sistema.

Neste momento configura-se uma situação propícia à observações especulativas a respeito dos movimentos, enquanto variação de posições em relação a um referencial.

É o aluno olhando querendo ver!

Nenhuma matemática foi incluída no processo, porém, com a formação dos conceitos sistematicamente subordinados uns aos outros, poderão haver correlações entre os conceitos de forma a ressaltar relações de proporcionalidade como por exemplo, entre velocidade escalar e tempo.

#### 3.2 - Idéias sobre movimento circular: evidências do caráter vetorial da velocidade

Em nosso trabalho procuramos não tornar perenes os modelos de observações que apresentamos, sempre proporcionando ao aluno uma visão orientada mas não cativa. Portanto, seria interessante que os estudantes pudessem abandonar a reta,

expandindo um pouco mais seus conceitos e perceber que há movimentos não retilíneos.

Para este estudo aplicamos demonstrações onde os estudantes participam ativamente de dramatizações, que objetivam ressaltar principalmente:

- a) A relação entre velocidade linear e o raio da trajetória descrita no movimento circular uniforme de um ponto material; e
- b) O caráter vetorial da velocidade.

Para o item (a) temos os alunos dispostos um ao lado do outro, de modo a fazer com que a fileira gire em torno de um eixo fixo. Para que não se perca o alinhamento, é necessário que os alunos mais afastados do eixo descrevam um arco de círculo maior e no mesmo tempo que os mais próximos do eixo. Considerando o deslocamento de cada aluno no mesmo intervalo de tempo, do conceito de velocidade concluímos que a velocidade linear é proporcional ao raio da trajetória. Através de um rodízio entre os ocupantes da fileira, todos têm a oportunidade de comprovar o fenômeno.

Para o item (b), dois alunos, um de frente para o outro, com as duas mãos dadas começam a girar em torno de um eixo imaginário, entre os dois, e de repente se soltam. O ponto onde houve o rompimento deve ser bem definido, assim como a situação final do sistema (posição final dos alunos). Une-se por uma linha reta o ponto onde houve o rompimento ao ponto onde um dos alunos parou e observa-se que a reta traçada é uma tangente ao círculo descrito pelo movimento dos alunos.

O conceito de vetor surge dissociado de sua representação gráfica e é importante que isto ocorra para que não haja, por exemplo, confusão entre velocidade e vetor velocidade no estudo dos lançamentos ou ainda, a idéia de força e sua representação vetorial.

#### 4 - CONCLUSÃO

O ensino da Física na escola de primeiro grau, por diversos motivos, deixa de ser um primeiro passo para ser um primeiro tombo no sentido de uma interação racional com o Universo.

A análise das respostas ao questionário, comentado na introdução, mostra claramente a disposição de grande parte dos alunos (80,4% dos entrevistados) para abandonar as aulas de Física caso tenham escolha, pois não vêem perspectivas de aplicação na "vida real" para tais fundamentos. Desta forma o ensino de Física acaba sendo protagonista de uma escola marginalizadora que aplaude os que se promovem a uma nova fase, dentro de questionáveis moldes, e abandona os que ficam para trás, magoados com a Ciência.

As aulas de Física nesta fase de escolarização ficam, muitas vezes, comprometidas em qualidade, pela atuação de profissionais sem formação específica e apoiados por inúmeros livros-texto negligentes no trato com a Física.

Acreditamos que se voltarmos nosso pensamento para uma estrutura de ensino de Física que tenha sua base na escola de primeiro grau, certamente estaremos dando os primeiros passos no sentido de um futuro promissor em termos de produção científica no Brasil.

---

## **Estudo sobre a eficácia de metodologia de resolução de problemas no ensino de Física**

Anderson Wagner Dias de Souza - UFRJ

---

### **1 - INTRODUÇÃO**

Neste estudo apresentamos resultados da pesquisa sobre a eficiência das técnicas de resolução de problemas em Física, no sentido de melhorar a compreensão conceitual dos tópicos estudados, que está sendo realizada no CENTRO TECNOLÓGICO DA INDÚSTRIA QUÍMICA E TÊXTIL - SENAI - RJ.

Dentro das metodologias de resolução estudadas, abordamos também turmas que utilizaram um software tutorial para Física, DEGEM, criado em Israel e adaptado para o português. Assim, comparamos os rendimentos gerais de duas turmas do curso de Física 3 (tópicos de eletricidade), A e B. A primeira fez uso do computador como recurso didático auxiliar e o método de resolução, enquanto a segunda somente usou o método.

Note-se que ambas receberam o mesmo conteúdo programático durante o semestre 1/94.

Nos itens seguintes descrevemos nossos procedimentos de trabalho e as conclusões a que chegamos.

### **2 - MÉTODO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

Toda a atividade humana pode ser aperfeiçoada quando guiada por uma metodologia eficiente. O mesmo se dá no ensino de Ciências, mais especificamente no ensino da Física. Mas, como ensinar aos nossos alunos uma sistemática eficiente? Como convencer os professores a usar uma metodologia? Um método padrão é eficiente para todos os tipos de aluno?

Das metodologias de ensino de resolução de problemas, uma das mais conhecidas foi criada pelo professor G. Polya. Em seu trabalho, Polya descreve uma série de procedimentos que dirigem a solução de problemas de matemática.

Neste trabalho, foi criada uma versão do método "Polya" dedicada à Física, e apresentada aos alunos no início do 1o semestre do ano corrente.

Por se tratar de uma seqüência operacional "aparentemente" longa, os alunos optaram por fazer uma versão reduzida, que fosse suficiente para a sua boa performance.

Abaixo, apresentamos cada passo do método. Em seguida, a seqüência de passos sugerido pelo software DEGEM, e por fim, a “versão” sintetizada pelos alunos.

| <b>MÉTODO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MRP)</b><br>(adaptado de Polya, G., Versão Filipecki, A. T.) |   |
|---|---|
| <b>1º PASSO:</b>  | <b>COMPREENDER O PROBLEMA (análise do problema)</b>   |
| A   | 1.1 - Identificar a incógnita;  |
| B   | 1.2 - Identificar os dados;   |
| C   | 1.3 - Identificar a situação do problema (condições);   |
| D   | Faça uma figura esquemática se necessário;  |
| E   | Utilize a notação adequada: relacionar corretamente os dados com os símbolos das respectivas grandezas.                   |
| <b>2º PASSO:</b>  | <b>ELABORAR UM PLANO (esquema de solução do problema)</b>   |
| F   | 2.1 - Encontrar ligação entre os dados e a incógnita a partir do conhecimento adquirido                                   |
| G   | 2.2 - Associar com problemas conhecidos (análogos);   |
| H   | 2.3 - Reformular o enunciado do problema se achar necessário (uso de diferentes linguagens);                              |
| I   | 2.4 - Caso não consiga delinear um plano de solução para o problema proposto, tente resolver parte do mesmo;              |
| J   | 2.5 - Retornar ao problema original com os novos dados obtidos;   |
| K   | 2.6 - Repetir todo o processo.  |
| Verifique se:   |   |
| L   | a) Você utilizou todos os dados;  |
| M   | b) Viu todos os elementos que integram a situação proposta;   |
| N   | c) Levou em consideração todos os conceitos, relações chave e equações apreendidas anteriormente.                         |
| <b>3º PASSO:</b>  | <b>COLOCAR EM PRÁTICA O PLANO ELABORADO</b>   |
| O   | Execute cada passo conferindo seus resultados (atenção especial para com os cálculos efetuados e as unidades utilizadas). |
| <b>4º PASSO:</b>  | <b>EXAMINAR A SOLUÇÃO OBTIDA</b>  |
| P   | 4.1 - O resultado obtido lhe parece razoável?. Sinal, magnitude, unidade?. Use o seu bom senso;                           |
| Q   | 4.2 - Você tem uma maneira diferente de resolver o mesmo problema?  |
| R   | 4.3 - Você poderia utilizar o resultado ou o método obtido em outro(s) problemas(s)?                                      |
| S   | Chegou ao resultado correto.  |

### 3 - DIFICULDADES PARA ANÁLISE DO MRP

Durante todo o processo de coleta de dados, foram enfrentadas dificuldades de interpretação dos passos realizados pelos estudantes na solução dos problemas.

O MRP possui uma grande quantidade de passos exclusivamente mentais que não são registrados pelos alunos durante o teste. Por exemplo, o segundo passo descrito acima é basicamente uma série de procedimentos mentais de difícil detecção em simples testes escritos.

### 4 - O SOFTWARE DEGEM E O MRP ADAPTADO PELOS ALUNOS

O software DEGEM é um tutorial para computador da linha IBM-PC, operando com o sistema operacional DOS ou MS-DOS, que permite ao aluno realizar diversos exercícios sobre física (calor, mecânica, eletromagnetismo, etc.) dando opções para chegar à resposta. Nele, o estudante tem arbítrio de escolher as informações que ache relevantes, dentre as opções fornecidas, anotar dados para sua posterior utilização, e submeter à correção crítica da máquina. Ele permite ainda ao aluno variar dados randômicamente, para evitar "vícios" na solução de determinado problema.

Para o professor o programa ainda fornece informações sobre o desempenho dos alunos durante uma sessão com o computador. Tais dados podem ser usados para verificar dificuldades conceituais dos alunos sobre determinados tópicos.

A função de "Help" (socorro) do DEGEM nos apresenta uma cadeia lógica de resolução de problemas, que deve ser seguida pelo aluno. Dela constam os itens:

|   |  |
|---|--|
| 1 | Leia o problema atentamente. Identifique a incógnita;                              |
| 2 | Identifique uma relação, ou operação que você pode usar para calcular a incógnita; |
| 3 | Identificar e anotar as informações necessárias aos cálculos;                      |
| 4 | Use as informações obtidas para calcular a mola da incógnita;                      |
| 5 | Entre a solução.   |

Podemos notar que ela congrui, em muitos aspectos, com o método descrito anteriormente. E mais ainda, com a síntese apresentada pelos próprios alunos, mostrada abaixo.



- c) a distância que ele pode elevar uma carga de 10 kg em 1 segundo.
- 2) Uma fonte alimentadora de 100 volts deverá ser utilizada para carregar uma bateria de f.e.m  $\varepsilon = 12$  volts com uma corrente de 1 ampère num tempo total de 10 horas. {incluir desenho}
- determine:
- o valor da resistência R;
  - a energia potencial química total que será armazenada pela bateria;
  - a energia total fornecida ao circuito pela fonte alimentadora;
  - a potência que a fonte fornece às cargas;
  - qual é a potência dissipada por efeito Joule na resistência.

(A amostra das questões em estilo DEGEM está disponível apenas no trabalho completo)

## 6 - COLETA DE DADOS

De posse das provas resolvidas pelos alunos e já corrigidas pelos professores Ricardo e Ana, passamos à fase de coleta dos dados sobre a utilização do método.

Nas páginas 3 e 4 foi apresentado o método por completo.

Nota-se que cada item recebeu um índice alfabético, em maiúsculas, da letra A até S. Esses índices foram a base de coleta dos dados.

Porém, nem todos eles são registráveis. São vários os que constam de processos mentais, que normalmente não são registrados no campo de solução de um exercício. Esses passos são fundamentais para o bom planejamento e execução do problema. Os professores em geral não os ensinam. “Como, então, os estudantes podem aprender a fazer uma análise cuidadosa do problema, planejar os passos de sua solução a avaliar seus resultados, se ele nunca viu seu professor fazer isso?” (KRAMERS, 1988).

Muitas dificuldades dos estudantes podem ser explicadas como sendo devidas a uma “conduta pseudo-especialista” (KRAMERS, 1988), no qual os procedimentos de rotina de um especialista, na solução de um problema são imitados (KRAMERS, 1988). Portanto, como existe grande chance que os alunos possuam algum tipo de “conduta pseudo-especialista” não podemos inferir os passos mentais do método. A lista abaixo relaciona os itens que foram observados durante a coleta dos dados:

| Itens registrados |   |   |   |   |   |   | Itens descartados |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A                 | B | C | D | E | F | S | G                 | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R |

Observamos que há uma repetibilidade de certos padrões de solução, que representamos abaixo, a partir desse padrão pudemos montar uma primeira tabela de utilização do método (não apresentada aqui por falta de espaço), e posteriormente uma segunda, que relaciona um escore (índice de utilização) com a nota obtida pelo aluno.

| Padrões de resolução utilizando o MRPs |                          |
|--|--------------------------|
| Grupos Padrão                          | Itens Utilizados do MRPs |
| I                                      | EFS                      |
| II                                     | DEFS                     |
| III                                    | ABCFS                    |
| IV                                     | ABCEFS                   |
| V                                      | ABCDEFS                  |

A “chave de cálculo” dos escores utilizadas nas tabelas I e II é a seguinte:

Os grupos de I a V mostram os níveis de utilização do método. Para a montagem dos escores, multiplicamos a quantidade de grupos do mesmo tipo pela quantidade de itens do método presente no grupo. Assim o grupo IV tem um escore de 6 pontos; o grupo II, 4 pontos, (veja quadro abaixo).

O escore total de um aluno é a soma dos escores obtidos em cada questão/item.

A ordenação das tabelas é feita por escores crescentes.

| Grupos Padrão | Pontos do escore |
|---------------|------------------|
| I             | 3                |
| II            | 4                |
| III           | 5                |
| IV            | 6                |
| V             | 7                |

| Tabela I - Utilização do MRPs. Turma A (com computador) |        |                |
|---|--------|----------------|
| Aluno   | Escore | Nota Final (%) |
| 1   | 4      | 35             |
| 2   | 6      | 30             |
| 3   | 6      | 50             |
| 4   | 9      | 57             |
| 5   | 11     | 45             |
| 6   | 12     | 50             |
| 7   | 12     | 68             |
| 8   | 15     | 68             |
| 9   | 16     | 68             |
| 10  | 18     | 80             |
| 11  | 20     | 73             |
| 12  | 21     | 65             |

|    |    |     |
|----|----|-----|
| 13 | 31 | 100 |
| 14 | 35 | 95  |
| 15 | 35 | 95  |
| 16 | 37 | 70  |
| 17 | 40 | 100 |
| 18 | 40 | 100 |

Tabela II - Utilização do MRPs. Turma B (sem computador)

| Aluno | Escore | Nota Final (%) |
|-------|--------|----------------|
| 1     | 0      | 0              |
| 2     | 0      | 0              |
| 3     | 0      | 10             |
| 4     | 6      | 25             |
| 5     | 10     | 5              |
| 6     | 13     | 45             |
| 7     | 13     | 55             |
| 8     | 18     | 40             |
| 9     | 22     | 55             |
| 10    | 30     | 80             |
| 11    | 37     | 83             |
| 12    | 37     | 95             |
| 13    | 40     | 80             |
| 14    | 44     | 90             |
| 15    | 44     | 100            |
| 16    | 46     | 35             |
| 17    | 52     | 95             |
| 18    | 68     | 75             |

Obs1: O escore máximo possível é de 70 pontos.

Obs2: A coluna "Escore" representa um índice de uso do MRP.

A partir das tabelas anteriores podemos verificar se existe alguma correlação entre o uso do MRP e o rendimento (nota) dos alunos. Para isso utilizamos um coeficiente de correlação (SILVEIRA, 1993).

Os coeficientes de correlação "quantificam a intensidade de relação entre 2 variáveis. Esta quantificação pode ser extremamente útil, pois, permite dizer até quando uma variável se relaciona com outra e possibilita comparar a intensidade de relação entre pares de variáveis." (SILVEIRA, 1993).

Coefficientes de correlação entre escores de uso do MRP,(x),e as notas finais percentuais, (y).

| Tabelas I e II |                    |      |
|----------------|--------------------|------|
| Tabela         | Turma              | Rxy  |
| I              | A - com computador | 0,88 |
| II             | B - sem computador | 0,88 |

## 7 - CONCLUSÕES

Interpretando o resultado do coeficiente de correlação de Pearson, vemos que ambas as turmas de alunos, com ou sem o computador, usam em mesma intensidade o MRP e, há uma tendência acentuada de que o rendimento da turma seja diretamente proporcional ao uso do Método de Resolução de Problemas.

Podemos concluir que segundo a pesquisa realizada até agora, a utilização do Método de Resolução de Problemas, PODE melhorar o desempenho não aprendido de tópicos de Física.

A partir de uma observação cuidadosa do MRP apresentado, notamos que ele é constituído de diversos passos/itens de execução exclusivamente mental. Para a análise dos testes, fomos obrigados a registrar somente os itens inscritos no campo de soluções de cada questão. Este é um fator que pode introduzir ruído na interpretação dos dados. Na continuação da pesquisa, tal dificuldade de registro de passos mentais pode ser reduzida com o uso da técnica "pensando alto" (KRAMMERS, 1988), onde o aluno descreve em voz alta os passos da solução do problema que está resolvendo, enquanto é feita uma gravação em fita magnética de sua voz, para uma análise posterior. Outra opção seria o método de pares de Whimbley-Lochhead (KRAMMERS, 1988), onde os alunos trabalham em duplas: um deles resolve o problema, enquanto o outro o inquire sobre seus passos e utilização do método, encorajando a vocalização e a acuracidade dos procedimentos do colega.

Ressaltando ser esta uma conclusão preliminar, e que os trabalhos continuam, podemos ainda fazer algumas considerações:

- a) Quando utilizamos testes escritos, que possuam seções de apresentação "tradicional" e de apresentação DEGEM, com objetivos claros de comparação, notamos que a turma que estudou acompanhada por computador, possui rendimento geral melhor do que a turma que trabalhou sem o auxílio do computador, i.e., testes com representações "pictóricas" dos problemas, mostram melhores resultados do que os problemas que utilizam simbologias padrão;
- b) As próximas coletas de dados serão mais cuidadosas, uma vez que os critérios de utilização do MRP serão reavaliados. Nem todos os itens do Método são usados em todas as questões de uma prova;
- c) Na sequência dos trabalhos, estamos ainda estudando diferentes formas de apresentação de problemas, no sentido de averiguarmos aquelas que permitam facilidade de análise, e também, receptividade por parte dos alunos;

- d) Os estudantes de nossa amostra se apresentaram pouco receptivos à idéia de uma heurística que coordenasse seu trabalho. Os melhores alunos se recusaram a usar o MRP, e seu rendimento manteve-se constante. Os alunos inicialmente mais fracos, e que aceitaram usar o Método, no final do curso mostraram desempenhos sensivelmente melhores.

## 6 - BIBLIOGRAFIA

- POLYA, G., 1971 - "How to Solve it. A new aspect of mathematical method". Princeton Paperbacks. Segunda edição.
- KRAMMERS-Palls, H., Pilot, A., 1988 - "Solving quantitative problems: guidelines for teaching derived from research". Int. J. Science Education, Vol. 10 - No 5, 511-521.
- SILVEIRA, F.L. de, 1993 - "Validação de testes de papel e lápis", Instrumentação de Pesquisa em Aprendizagem, 67-101, EDIPUC RS.

---

### Formação do professor de Física - História da Ciência e Ensino

Américo M. Montenegro e Anisabel da Glória P. Macêdo - UFRJ

---

Observando os livros didáticos de segundo grau, verifica-se a pouca utilização da história da ciência no desenvolvimento dos conteúdos de calor, energia, luz e som na maioria desses livros. Partindo daí, idealizou-se um projeto que fosse capaz de destacar a importância da história da ciência no caminho da construção de conceitos, discutindo a possibilidade de desenvolver unidades didáticas nos assuntos acima citados e incorporando a visão histórica da ciência.

Nesse ponto, esbarrou-se em duas questões: a primeira refere-se ao subjetivismo da história da ciência, ou seja, o fato de não existir uma história da ciência, mas sim, interpretações da mesma; e a segunda relativa a adoção de parâmetros que caracterizem as descobertas, tais como o que determina a data exata para a mesma e o seu descobridor. Para análise de tais questões buscou-se um embasamento teórico nos textos de Pierre Thuillier (1 e 2), André Burguière (3) e Kuhn (5 e 6), dentre outros.

O processo histórico caracteriza-se pelo relato e análise de fatos documentados de forma oral ou escrita, o que origina uma série de dificuldades e interrogações no que diz respeito a veracidade e comprovação dos mesmos. No caso da história da ciência tais pontos são agravados pois não se tem parâmetros definidos para o estabelecimento e definição das descobertas, o que pode ser ilustrado através do texto "Um enigma: Arquimedes e os espelhos ardentes", de Pierre Thuillier (2).

Observa-se então, o tratamento internalista da história da ciência utilizado por muitos historiadores e que é mostrado na maioria dos livros didáticos em oposição ao externalismo defendido por Thuillier e Kuhn.

“A Ciência deve ser encarada como pertencente a um conjunto de conhecimentos cuja posse nos fornece uma poderosa ferramenta de interpretações e transformação do mundo em que vivemos necessitando por isso ser estudada e apreendida enquanto um conhecimento historicamente produzido, provisório como tudo o mais, mas sobretudo uma inegável fonte potencial de poder. Dentro deste contexto, é necessário admitir que a interpretação do mundo, que nos é dada pela Ciência, é apenas uma dentre outras possíveis, que não pode abarcar a totalidade dos fenômenos estudados. A física neste particular, deve ser vista como sempre provisória e sujeita a grandes transformações”.(7)

Desta forma retira-se todo caráter “mágico” da evolução científica, transformando-a em apenas mais uma maneira de se interpretar uma época. A abordagem histórica da mesma não é simples de ser feita didaticamente, especificamente no caso da física, pois se trata de um instrumento de ação do homem sobre a natureza.

Um grande problema da educação atual reside no fato de se basear em manuais. Desta forma os estudantes raramente são postos diante do problema de conduzir uma pesquisa, ou colocados perante os produtos diretos da investigação conduzida por outros - isto é, as comunicações profissionais que os cientistas escrevem para seus colegas. Do mesmo modo o estudante de ciências não é encorajado a ler os clássicos da história do seu campo - obras onde poderiam encontrar outras maneiras de olhar as questões discutidas nos textos.

A tendência dos livros em encarar como óbvios certos conceitos, “simplifica” a história da ciência e complica o processo de aprendizagem, deixando de lado o processo histórico de formação conceitual que gerou a aceitação daquelas idéias. Como exemplo disso, podemos citar o sistema copernicano, que embora seja tratado nos livros de forma simples, não é de fácil aceitação.

O esquema de educação sistemática dos manuais não existia em nenhuma parte e em nenhuma ciência até o começo do século XIX. “Onde não existiam manuais, havia com frequência paradigmas constituídos pelos feitos científicos descritos em livros que todos os praticantes num dado campo conheciam intimamente e admiravam, feitos que davam os modelos para suas próprias investigações e os padrões para avaliar os seus próprios resultados. A *Physica* de Aristóteles, O *Almagesta* de Ptolomeu, as *Novas Ciências* de Galileu, os *Principia* e a *Opticks* de Newton, a *Electricidade* de Franklin - estas obras e muitas outras foram todas utilizadas implicitamente, durante algum tempo, para definir os problemas legítimos e os métodos de investigação para sucessivas gerações de praticantes.”(5)

Existe um certo descaso para com a História da Ciência, pois é comum alegar-se que ela não apresenta nenhum interesse direto e imediato para a pesquisa científica, negando a correlação entre a produção das idéias e o contexto sócio-econômico-cultural. Portanto é importante pensar não só a questão da educação científica em si mesma, mas a própria ciência e a formação do seu conteúdo.

Para evitar a abordagem da ciência atual como algo definitivo por parte dos

professores e para que estes possam visualizar nos textos didáticos a pretensa superioridade lógica das concepções triunfantes frente às concepções mais antigas, é necessário que estes conheçam os processos de formação das teorias.

A educação tradicional, oculta o fato de que a superioridade de um certo tipo de concepção ou “paradigma”, nunca se estabelece sem luta, e que ainda, o fato de uma teoria superar outra, não implica em que outras concepções deixem de ser questionadas.

“Por paradigma entende-se um resultado científico fundamental que inclui ao mesmo tempo uma teoria e algumas aplicações tipo aos resultados das experiências e da observação. Mas importante ainda, é um resultado cujo completar está em aberto e que deixa toda espécie de investigação ainda por ser feita. E, por fim, é o resultado aceito no sentido de que é recebido por um grupo cujos membros deixam de tentar opor-lhe rival ou de criar-lhe alternativas. Pelo contrário, tentam desenvolvê-lo e explorá-lo. Embora o acolher de um paradigma pareça historicamente uma pré-condição para investigação científica mais eficaz, os paradigmas que aumentam a eficácia da investigação não necessitam de ser, e geralmente não são, permanentes. Pelo contrário, no esquema de desenvolvimento das ciências maduras vai se passando, em regra, de um paradigma em outro”(5).

O uso da história da ciência nesta forma, mostra as dificuldades com que um determinado conhecimento foi produzido e da efemeridade do mesmo, fazendo com que não se tome a ciência como um dogma, mas como uma interpretação do mundo em construção.

Vendo a Ciência como parte integrante de um quadro onde as relações econômicas estabelecidas entre os homens desempenham um papel fundamental na construção das idéias, pode-se perceber com mais clareza não apenas as razões pelas quais foram tomadas certas direções na trajetória da Ciência, mas também porque certas concepções se impuseram com mais ou menos facilidade.

A partir das idéias acima desenvolvidas, pesquisou-se em livros didáticos de 2º grau, datados desde 1904 até 1993 (14), o enfoque histórico dado aos temas *calor, energia, luz e som*. Foi observado, então, que o caráter histórico da ciência é posto em segundo plano na grande maioria dos livros, que o utilizam no sentido biográfico/cronológico sem considerar a questão da evolução científica e a sua correlação com as mudanças sociais, religiosas e intelectuais no decorrer dos anos.

Seguiu-se então, no sentido de se pesquisar a evolução histórica dos temas acima em livros de história da ciência para que fosse possível a obtenção de subsídios para uma abordagem histórica a nível de 2º grau e subsequentemente a sua adequação na apresentação dos conteúdos em livros didáticos e em material de apoio para professores.

Tanto a pesquisa quanto a formulação de material encontram-se em andamento.

Neste trabalho preliminar procura-se mostrar, em linhas gerais, o desenvolvimento dos temas sem que haja preocupação com os cientistas que se destacaram nos seus

estudos e os grandes passos que foram dados no sentido da evolução científica. A preocupação na formulação deste ensaio reside no fato de se tentar mostrar que a ciência não evolui sozinha e que, em muitos casos, as necessidades político-econômicas direcionaram a ciência.

## LUZ

O estudo da luz desenvolveu-se com grandes dificuldades desde os tempos da cultura grega, como nos mostra Gibert (8): quando para Empodocles “a luz era parte integrante de um dos quatro elementos, o fogo sem se confundir com ele” ou Leucipes e outros que a “consideravam um fogo visual que era composto de minúsculos objetos feitos à semelhança dos objetos reais mas numa escala muito menor”. Outro grupo, ligado à escola de Pitágoras, afirma ser “o olho a origem da luz a qual é emitida pelo órgão visual, vai ao objeto e regressa ao olho dando então a visão”.

Percebe-se, com isso, que os conceitos físicos a respeito da luz é muito antigo e desde muito pensou-se sobre a questão de sua natureza e origem da sua produção.

Leonardo da Vinci também se interessou pelo estudo da ótica mas somente nos fins do século XVI é que surge a notícia das primeiras lunetas e no princípio do século XVII Galileu dá à sua uma fama espetacular, descobrindo com ela (em 1610) quatro satélites de Júpiter (8).

Um conceito fundamental no estudo da luz é o de sua velocidade. Uma das primeiras tentativas de sua medição foi feita por Galileu, que em 1600 chegou a conclusão de que ela se propaga com uma “velocidade muito rápida”(11). Em 1676, Røemer conseguiu um valor para sua medida, usando as luas de Júpiter. A partir daí, métodos cada vez mais precisos foram usados até atingir o valor hoje aceito.

No princípio do século XVII desenvolveu-se uma grande atividade para se compreender a natureza da luz e encontrar leis determinando o seu comportamento durante seu deslocamento. A Descartes deve-se o enunciado da Lei da refração e a sua aplicação correta à interpretação do arco-íris.

Em 1665, Grimaldi publica um trabalho sobre o fenômeno da difração e suas experiências o conduzem a uma concepção vibratória da luz, a qual o leva a considerar que as diferentes cores que se observam na luz que atravessa um prisma resultam de uma mudança na velocidade do movimento vibratório, que essas diferenças de cor são produzidas pelas vibrações de um fluido que atua sobre o olho com velocidades diferentes (8).

Para Huygens, havia a necessidade de existir um meio que desse as condições de propagação da luz. Daí surgiu a idéia do “éter”, e foi enunciado então o seguinte princípio: “cada ponto do éter atingido pela excitação luminosa pode ser considerado como o centro de uma nova onda esférica”(8). Para Huygens, a propagação da luz deve ser idêntica à do som.

Newton rejeitou a teoria ondulatória de Huygens por não admitir um “éter” com vibrações transversais e atrasou por mais de 100 anos o desenvolvimento dessa

teoria embora na ótica Newton tenha atingido um grande prestígio entre seus contemporâneos.

Após essa época, a grande realização em ótica foi a teoria eletromagnética da luz. "Ela reuniu numa única teoria os resultados de duas gerações de experiências e teorias em diferentes domínios da física - eletricidade, magnetismo e ótica - e daí uma formulação matemática simples" (9).

A teoria eletromagnética foi uma grande realização que veio a dar realidade ao sonho de Faraday, "de que todas as forças da natureza deveriam estar relacionadas, e, conjuntamente com as leis da termodinâmica, pareciam implicar na física uma certa finalidade - idéia que iria ser cruelmente destruída no século XX. Contudo, era também um início, já que o seu conceito central - a necessidade teórica da existência de ondas eletromagnéticas - iria conduzir à sua demonstração experimental por Hertz, em 1888, e daí à sua utilização prática na telegrafia sem fios e em tudo o que dela iria resultar"(9).

## SOM

A medida da velocidade do som não podia deixar de ser considerada importante e foi realizada por diversos experimentadores a partir do fim da primeira metade do século XVII com resultados próximos a 360 m/s. "Newton estudou o problema teoricamente (1686) e determinou um valor de 280 m/s"(8). Em 1816, Laplace notou que os cálculos eram feitos na hipótese de as vibrações serem isotérmicas, ao que Laplace contrapôs a convicção de elas serem adiabáticas. "Nesta base encontra-se um excelente acordo entre a prática e a teoria, de tal modo que a partir de então foi possível utilizar as medidas da velocidade do som. Essa velocidade, no ar, é de 331,4 m/s, mas depende de várias circunstâncias (umidade, temperatura, etc)"(8).

## CALOR E ENERGIA

O estudo do calor e das suas transformações foi de grande importância intelectual para o desenvolvimento da civilização moderna; a sua importância técnica e econômica foi ainda maior. De início, era simplesmente um alargamento da observação da natureza, de sensações de calor e de frio, das operações culinárias, das mudanças do tempo. Tinha havido muitas especulações anteriores acerca do calor, fenômeno cujas relações com a vida e com o fogo, e também com a ação violenta, eram por demais evidentes"(9).

Na antiguidade, como já observamos, foi o fogo considerado como um dos quatro elementos da matéria e esse caráter material foi explicitado no final do século XVIII sob a designação de calórico.

Num tratado de Física de 1803 pode ler-se: "O que se chama vulgarmente fogo não é mais que um corpo em brasa... a sua causa é uma verdadeira matéria... é

um fluido muito sutil, muito raro e muito elástico... ao qual se tem dado sucessivamente os nomes de princípio inflamável, princípio do calor e que os modernos chamam calórico”(ref.9).

Na intenção de elucidar a natureza desse elemento, fogo ou calor, verificou-se que substâncias diferentes eram aquecidas em grau diferente pela mesma quantidade daquilo que chamou-se ”matéria de calor”. Esta descoberta feita pelo método das misturas, levou a conceituação do calor específico de diferentes substâncias. Neste ponto observou-se que a neve e o gelo levavam tempo para derreter - isto é, que absorviam calor sem se tornarem mais quentes - e que o calor devia estar escondido, ou latente, na água derretida. A seguir foi medido o calor latente no vapor, que se reflete no fato, há muito conhecido dos destiladores, de que era preciso uma quantidade de calor muito maior para fazer evaporar uma quantidade de água do que para levar essa água à ebulição. Além disso, o calor absorvido durante a fervura era recuperado quando o vapor se condensava na espiral do alambique, onde era necessária uma enorme quantidade de água fria para o eliminar.

A história da máquina a vapor mostra como as condições necessárias para a Revolução Industrial foram simultaneamente econômicas e técnicas. Econômicas, na medida em que a indústria têxtil cresceu para fornecer os artigos de consumo exigidos por um mercado em rápida expansão; técnicas, na medida em que as novas máquinas eram os únicos meios capazes de garantir o carvão e a força motriz, e em última análise os transportes, sem os quais a expansão não teria sido possível.

O calor começou a tornar-se uma ciência quantitativa com a expansão gradual e o aumento das operações industriais que mais o utilizavam. Foi crescendo a partir de uma apreciação científica das experiências dos destiladores e fabricantes de sal, que estavam habituados a ferver e condensar líquidos em larga escala, e depois das experiências dos fabricantes das primeiras máquinas a vapor.

Na realidade, a máquina a vapor foi aperfeiçoada por mecânicos, sem qualquer contribuição da ciência. Contudo, o seu funcionamento atraiu a atenção de muitos cientistas que a desejavam compreender e aperfeiçoar. Esse estudo levou a uma apreciação muito mais profunda das leis que regem o comportamento dos gases e vapores - necessárias para estabelecer as tabelas de pressão - e iria levar na física, a uma nova concepção geral que equacionava teoricamente a força mecânica e o calor - como a máquina a vapor já o fazia na prática - num termo comum: *energia*.

“O princípio da conservação da energia, da qual o trabalho mecânico, a eletricidade, e o calor, eram apenas formas diferentes, foi a maior descoberta física do meado do século XIX. Fazia confluir muitas disciplinas científicas e ajustava-se perfeitamente às tendências da época.”(9)

## BIBLIOGRAFIA:

- 1) Thuillier, Pierre - *O Contexto Cultural da Ciência*. *Ciência Hoje*, vol.9
- 2) Thuillier, Pierre - *De Arquimedes à Einstein*, Zahar Editores, RJ, 1994

- 3) Burguière, André - Dicionário das Ciências Históricas, IMAGO, RJ, 1993
- 4) Zanetic, João - Evolução dos Conceitos da Física, notas de aula, IFUSP
- 5) Kuhn, T.S. - Função do Dogma na Investigação Científica in Deus, J.D. A Crítica da Ciência, Zahar Editores, RJ, 1974
- 6) Kuhn, T.S. - A Tensão Essencial, Biblioteca de Filosofia Contemporânea - Edições 70, Lisboa, 1989
- 7) Medeiros, Alexandre J.G. - Condicionantes Históricas e Sociais no Surgimento da Física - tese de mestrado, USP, São Paulo, 1984
- 8) Gibert, Armando - Origens Históricas da Física Moderna - Introdução Abreviada. Fundação Calouste Gulbekian. Oficinas da Orgal - Orlando (Ca., Lda - Porto - 1982
- 9) Bernal, J.D. - Ciência na História, Vol 3, Livros Horizonte Lda - Lisboa - 1976
- 10) Harvard - Projecto Física - unidades 3 e 4, Fundação Calouste Gulbekian, Lisboa, 1980
- 11) Halliday, D e Resnick, R - Fundamentos de Física vol 3, Livros Técnicos e Científicos, RJ, 1991.
- 12) Nussenzveig, H.M. - Curso de Física Básica - Vol 1, Editora Edgard Blücher Ltda, SP, 1991
- 13) Filho, F.V. e outros - Pequeno Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa Editora Civilização Brasileira S.A., RJ.
- 14) Langlebert, J. - Physica - 1904.
- 15) Zanello, H. - Física - 1938.
- 16) Pinheiro, L.B.P. - Noções de Física Elementar - 1954
- 17) Filho, F.A.G. - Física para o segundo ano colegial - 1956
- 18) Filho, F.A.G. - Física para o terceiro ano colegial - 1960
- 19) Maia, L.P.M. - Física - 1960
- 20) Zemansky e Sears - Física - 1962
- 21) Gamon, G. - Biografia da Física - 1962
- 22) Folmer, T.N.O. - Elementos de Óptica - 1963
- 23) Santos, U.P. - Curso de Física - 1969
- 24) Fernandes, N.L. e Carvalho, O.B. - Elementos de Física - 1972
- 25) Netto, H.P. e Neto, O.S. - Fundamentos da Física Geral - 1978
- 26) Ramalho, Nicolau e Toledo - Fundamentos da Física - volumes 1 e 2 - 1993
- 27) Máximo, A. e Alvarenga, B. - Curso de Física - volumes 1 e 2 - 1992

---

### A ciência como objeto de ensino e pesquisa

Andréa Reis Albino e Maria Cristina F. Martins - UFRJ

---

## I - INTRODUÇÃO

O trabalho desenvolvido teve como objetivo relacionar e analisar as diferentes etapas da produção científica, fazendo uma ligação com a concepção de

desenvolvimento científico que é transmitido nos conteúdos de Física propostos para o 2º grau . Ele é continuidade do trabalho feito pelo grupo Formação de Professores para o 2º grau, no período de 1993/1994 que, a partir de entrevistas com pesquisadores do departamento de Física Nuclear - Instituto de Física e Laboratório de Eletrônica - Escola de Engenharia da UFRJ, procurou identificar o processo de criação de fatos científicos e tecnológicos.

## II - DESENVOLVIMENTO

Existe uma dicotomia entre o que pesquisador faz e o que o professor ensina numa escola de ensino fundamental. O pesquisador é aquele que fez bacharelado e o professor aquele que fez licenciatura em Física. O problema é que este professor, dentro da sala de aula, nem sempre sabe dizer aos alunos o que é fazer ciência , devido ao fato de nunca ter acompanhado uma pesquisa em Física.

Desenvolvemos nosso trabalho em 3 partes:

a) Através das leituras feitas de alguns autores na área de História e Filosofia da Ciência, como LATOUR E WOOLGAR (1), THUILLIER (2) E KUHN (3) foi possível perceber aspectos importantes na construção do conhecimento científico que o próprio professor deveria discutir com seus alunos ao invés de passar para os mesmos a idéia de ciência positivista, presente nos livros didáticos. Esses autores procuram mostrar que a história da ciência não é somente o que se encontra nos livros, é uma história global da atividade científica e cultural. Há financiamento dos laboratórios, das universidades, há a história política por trás, tudo isso interessa à história da ciência. Uma visão restrita da ciência resulta de uma abordagem idealizada, exclusivamente interessada nos seus resultados.

LATOUR E WOOLGAR (1) fazem importantes considerações sobre a história do laboratório, mostrando as disputas que existem entre os cientistas de nome, quem mais se destaca e as divergências entre os pesquisadores. Ele cita também o problema do financiamento, sem o qual muitos pesquisadores ficam impossibilitados de atuarem e fala ainda sobre a importância da conversa entre os cientistas, mostrando que o cientista também precisa ter sorte em se tratando da construção do conhecimento científico.

Enfim, as pessoas precisam enxergar os limites da ciência, pois ela não deve ser vista como verdade absoluta e nem os pesquisadores científicos considerados seres supremos. Os conhecimentos podem ser modificados a qualquer instante e a descoberta científica é sempre fruto da ação de vários indivíduos e grupos.

b) A análise dos livros didáticos (4,5,6) foi feita segundo a orientação de um roteiro previamente preparado que consistia dos seguintes itens:

- relação do texto didático com o desenvolvimento do conhecimento científico;
- relato do processo do cientista, que pode ser casual ou não;

- conhecimentos científico sendo desenvolvido linearmente chegando a uma resposta final;
- influências sociais e econômicas;
- experimentação e matematização.

Os conteúdos analisados nos livros foram:

### *1- Lei do empuxo - Arquimedes*

Através da leitura da lei do empuxo, observamos que somente o livro Física na Escola Secundária relaciona o texto com o desenvolvimento do conhecimento científico. A maneira de como a ciência é produzida é mais importante do que a matematização.

O livro Curso de Física e Fundamentos de Física, mesmo mostrando as influências sociais e econômicas na determinação da lei do empuxo, não relaciona a matematização com a experimentação.

### *2- Leis de Newton.*

Observamos que o livro Curso de Física relaciona o tema com as experiências de Aristóteles e Galileu, quando se trata da primeira lei de Newton e, o mais interessante, mostra que todo o trabalho de Newton é continuação do trabalho de cientistas que o precederam. Porém, em se tratando da segunda lei de Newton, o texto é completamente linear. Não foi possível saber, em nenhum momento, como essa lei surgiu.

O livro Fundamentos de Física apresenta o assunto sem relacioná-lo com a ciência em construção. O contexto histórico da época não é apresentado. Não existe experimentação, somente matematização.

Não foi possível a abordagem do assunto no livro Física na escola secundária, pois o livro não apresenta o mesmo.

### *3- Luz - onda e partícula*

Observamos que no livro Curso de Física os autores mostram que não existe uma linearidade na construção do conceito de luz (uma hora é onda outra hora é partícula). O texto apresenta experiências feitas por Newton e por Huygens. O primeiro tentando comprovar o caráter corpuscular da luz e o segundo, o caráter ondulatório. Não foram apresentadas influências sociais e econômicas e o texto não relaciona o conteúdo com a experimentação (situada no final do capítulo).

Na análise do livro Física na escola secundária constatamos que o texto descreve experiências e as relaciona com o conteúdo. Não são apresentadas influências sociais e econômicas. O conceito de luz não é linear.

O livro Fundamentos de Física não pôde ser avaliado pois não traz referências ao caráter corpuscular e ondulatório da luz.

#### 4-Benjamin Franklin

Constatamos que somente o livro Curso de Física, faz referências ao processo de construção do conhecimento científico. Porém, o texto que mostra a experimentação foi apresentado como simples curiosidade e não está relacionado com o conteúdo sobre eletricidade.

c) O que a comunidade científica nos indica hoje

O trabalho desenvolvido também consta de leituras de artigos de jornal. Dentre essas leituras duas foram destacadas. A primeira foi encontrada no jornal Folha de São Paulo do dia 06 de novembro de 1994 e o artigo é "A sorte necessária para um aspirante a cientista", onde Linus Pauling, químico americano, conta como foram os primeiros cinco anos de sua vida acadêmica. Ele diz ter tido muita sorte em sua vida em conviver no Instituto de Tecnologia da Califórnia, com pioneiros da pesquisa atômica, destacando então um aspecto interessante do livro de LATOUR (1) que cita a importância das conversas entre os cientistas e a sorte que os mesmos precisam ter.

O segundo artigo é "Justiça condena cientista a pagar R\$ 100 mil por plágio", onde o pesquisador do Instituto Butantan Carlos Augusto Pereira é condenado a pagar uma indenização de R\$ 100 mil a Yeda Lopes Nogueira do Instituto Adolfo Lutz por ter supostamente plagiado um trabalho científico dela sobre o efeito citopático do vírus da raiva. Esse artigo foi encontrado no Jornal Folha de São Paulo do dia 13 de novembro de 1994.

Deste artigo sistematizamos a opinião dos dois pesquisadores envolvidos.

| O que Yeda Nogueira diz  | O que Carlos Pereira diz:   |
|--|---|
| Ela diz que foi a primeira a descobrir o efeito citopático (capacidade de matar células) do vírus da raiva em um tipo de linhagem celular usada em laboratório as células McCoy. | Ele diz que os trabalhos são diferentes. Um trabalho confirma o outro. A conclusão básica é a mesma porque é o mesmo fenômeno biológico sendo estudado. Ciência é uma atividade cumulativa. |
| Ela diz que Carlos Pereira usurpou sua idéia e por isso houve plágio.  | Ele diz que não houve cópia do trabalho, portanto não houve violação. Os trabalhos são diferentes, apesar de tratarem do mesmo assunto  |

|   |  |
|---|--|
| <p>Ela diz que o fato de o agradecimento ter usado a grafia errada- "I. Nogueira", ao invés de "Nogueira, Y.L."- já mostra a má fé do réu.</p>    | <p>Ele diz que sua equipe teve vários encontros com Yeda. Eles pediram referências a ela, mas ela só tinha resumos em congressos, nenhum artigo. Os resumos não foram considerados relevantes.</p> |
| <p>Ela diz que o "paper" de Carlos Pereira foi publicado sem menção ao trabalho dela.</p>   | <p>Ele diz que seu trabalho contém um agradecimento a Yeda pelos seus comentários</p>  |
| <p>Ela diz que sua descoberta tem um valor potencial no desenvolvimento de vacinas veterinárias contra a raiva. Por isso ela quer indenização</p> | <p>Pereira não pode ganhar nada pois ele fez a pesquisa como pesquisador do Instituto Butantan</p>   |

Isaias Raw, diretor do Instituto Butantan, em São Paulo, em uma entrevista ao jornal Folha de São Paulo do dia 04 de dezembro de 1994 diz que acha difícil a situação da justiça quando procura resolver uma pendência aplicando leis ou regras estabelecidas para outras atividades sobre a qual tem pouca vivência e diz que não acha que houve plágio já que a ciência evolui continuamente, reexaminando as evidências e as conclusões anteriores. Isso faz parte do processo científico.

Como continuidade pretendemos voltar a visitar laboratórios de pesquisa para aprofundar nossas visões sobre a construção do conhecimento científico.

## RESULTADOS PRELIMINARES

Tivemos oportunidade de perceber que os próprios livros didáticos contribuem para que a ciência seja passada aos alunos como um conhecimento acabado, estagnado. A concepção de ciência que é transmitida aos alunos está, geralmente, relacionada a uma visão positivista de ciência, onde o método científico é visto como um objetivo a ser alcançado. O aluno não é levado a se situar no contexto histórico-social da época em que surgiu um determinado "fenômeno". Desta forma, não é levado a conhecer a ciência em construção e não consegue perceber a relação do que estuda com seu cotidiano, achando assim que o que estuda não serve para nada.

## PERSPECTIVAS

Procuraremos escolas para tentar incentivar professores de Física terem mais contato com a divulgação científica para que possam transmitir a seus alunos uma visão de ciência em construção.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) LATOUR, B. et WOOLGAR, S. La Vie de Laboratoire, Éditions La Découverte, Paris. 1988

- (2) THUILLIER, P. - D' Archimede à Einstein Fayard, Paris 1988 e O Contexto Cultural da Ciência (entrevista) in Ciência Hoje, v.9 nº 50 1989, p. 21
- (3) KUHN, T. Função do Dogma na Investigação Científica in DEUS, I.D A Crítica da ciência Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1979, p. 53-80
- (4) ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. Curso de Física, volumes 1,2 e 3. Editora Harbra
- (5) BLACKWOOD, HERRON e KELLY Física na Escola Secundária, volumes 1 e 2 Editora Fundo de Cultura
- (6) RAMALHO, F. e outros. Fundamentos da Física, volumes 1, 2 e 3. Editora Moderna.

---

### **Um gerador de corrente elétrica**

Marco Aurélio A. Monteiro - UNESP/ Guaratinguetá

---

Num circuito elétrico imerso num campo magnético variável aparece uma força eletromotriz induzida, cuja intensidade é diretamente proporcional à variação do fluxo desse campo magnético com o tempo. Esta é uma consequência da lei da indução de Faraday, princípio de funcionamento dos geradores elétricos. Neste gerador a variação do campo magnético é obtida através de um conjunto de pequenos ímãs presos simetricamente a um disco de aço que pode girar com frequência variável. Junto a esses ímãs, numa armação em U, está colocada uma bobina fixa ligada em série com um galvanômetro ou uma pequena lâmpada. A oscilação do ponteiro do galvanômetro (ou do brilho da lâmpada) permite uma verificação qualitativa da lei de Faraday. O objetivo desta montagem é construir um equipamento para ser exposto em centros e feiras de ciências que, além da verificação qualitativa da indução eletromagnética, permita aos seus visitantes, girando o disco através de uma manivela, sentirem de forma concreta a transformação da energia mecânica em energia elétrica. Esta percepção sensorial da relação entre o esforço físico e a quantidade de energia elétrica gerada pode certamente contribuir para uma compreensão melhor do princípio da conservação da energia.

---

A Comissão Julgadora sugeriu ainda que a Jornada seja mantida nos próximos SNEF's, que os critérios sejam explicitados na chamada dos trabalhos e que fique clara a necessidade de ter painel e apresentação.

---

## SESSÃO DE PAINÉIS

A sessão de Painéis contou com a coordenação de todos os professores convidados e atraiu a presença de grande número de participantes. O fato dos painéis terem sido colocados com dois dias de antecedência possibilitou a leitura antecipada dos mesmos até por quem não pode comparecer à sessão propriamente dita. No entanto alguns participantes solicitaram que em próximos simpósios esta sessão não seja simultânea à de comunicações orais.

### SESSÃO A1: Astronomia

Coordenadora: Rute Trevisan

---

#### 1. Apresentação de Materiais Didáticos para Observação do Sol em Feiras de Ciências. Trevisan, R.H.; Bruno, A.T.; Faraco, S.

---

### RESUMO

Com a introdução de astronomia no currículo de pré, a oitava série do primeiro grau das escolas públicas do Paraná(1), a grande carência do conteúdo desta disciplina ficou em evidência. Temos então aproveitado ao máximo os eventos astronômicos para , utilizando o universo como um laboratório, reforçar os conceitos de astronomia para os professores da rede pública e privada(2).

Durante a feira de ciências, do 2º grau do Colégio Estadual Newton Guimarães, em Londrina-Pr, realizada em outubro de 1994, foram apresentados materiais didáticos para se observar o Sol, dando ênfase ao eclipse total do Sol. Este trabalho fez parte do projeto "Divulgação Eclipse Total do Sol de 3 de Novembro de 1994" da Sociedade Astronômica Brasileira e teve como objetivos principais:

i) criar a tradição da observação dos fenômenos do céu, pelos professores e alunos de 1º e 2º graus e pela população em geral usando material de baixo custo, e principalmente

ii) prevenir os acidentes oftalmológicos, aprendendo a se observar o Sol com segurança.

### INTRODUÇÃO

O Sol, uma estrela amarela, a mais próxima da Terra, e responsável por toda vida na Terra, , um astro fascinante. Ele não é estático: possui um movimento de rotação diferenciado: seu equador leva aproximadamente 25 dias para uma volta completa, enquanto que a região dos pólos roda em 33 dias, isto devido a sua característica gasosa(4) (O Sol é um plasma (gás ionizado) confinado por altíssimas pressões ). Sua superfície apresenta uma temperatura de aproximadamente 5.000 °K, seu centro chega a 20.000 °K e na coroa solar, temos temperaturas de 2.000.000 °K.

## Painéis

Ele é uma fonte de energia térmica, originada de reações nucleares no seu centro, onde cada 4 átomos de hidrogênio estão constantemente se fundindo em um átomo de hélio, e liberando energia radiativa.

Apesar de sua beleza, sua luz intensa prejudica uma observação direta causando cegueira permanente. Uma observação direta do Sol de menos de 30 segundos, apesar de ser indolor, causa danos permanentes ao queimar a retina humana(5). No caso de se usar um instrumento ótico qualquer, que concentra a luz solar, o tempo necessário para este acidente é de menos de poucos segundos apenas.

O mesmo não acontece quando se observa o Sol por projeção. Este método é completamente seguro, por este motivo foi exaustivamente divulgado à população(3,6,7).

Apenas durante a fase de totalidade de um eclipse total, cerca de poucos minutos ( de 1 a 7 ), é que se pode olhar para o Sol sem nenhuma proteção.

A observação por projeção não prejudica a visão pois a luz refletida por um anteparo fosco tem baixa taxa de radiação.

Este método consiste em projetar a imagem do Sol, por meio de espelhos, lentes ou orifícios, num anteparo colocado à sua frente.

## **MATERIAIS DIDÁTICOS PARA OBSERVAÇÃO DO SOL POR PROJEÇÃO**

Apesar de ser relativamente simples para os astrônomos, o mecanismo do eclipse solar pode ser um tanto complicado para as crianças e para o público em geral(8,9). Utilizando material simples e barato e, aproveitando o belo fenômeno do eclipse total do Sol de 3 de Novembro de 1994 no Sul do Brasil, este trabalho realizado na Feira de Ciências do Colégio Estadual Newton Guimarães procurou incentivar a população a observar o fenômeno, e a fazê-la de forma segura. Foram reforçados alguns conceitos como: tamanhos relativos Sol-Terra-Lua; o mecanismo do eclipse, condições de ocorrência de um eclipse total do Sol; câmaras fortuitas; métodos seguros de observação do eclipse do Sol; filtros inadequados/adequados; perigos oftalmológicos de observação incorreta do Sol e observação do movimento de rotação do Sol. Estes conceitos foram passados através de cartazes, folders e demais materiais didáticos .

O material didático para observação ficou exposto e disponível para ser manuseado pelos visitantes com auxílio de 3 alunas do 2º ano do 2º grau.

A montagem da exposição foi orientada no sentido de se treinar professores e orientar alunos visitantes da mostra, futuros monitores para orientação das classes de 1º e 2º graus e do público em geral, na observação correta do eclipse do Sol.

## PRINCIPIO FÍSICO DAS CÂMARAS DE ORIFÍCIO

As câmaras de orifício se baseiam no conceito físico da difração da luz onde a relação tamanho do objeto (o), tamanho da imagem (i), distancia do objeto ao orifício (do) e distância da imagem ao orifício (di), dada por:

$$o/do = i/di = 1/100$$

Quanto maior a distância do anteparo ao orifício, maior será o tamanho da imagem obtida.

## ESPELHO COM CÂMARA DE ORIFÍCIO

Foram construídos dois modelos utilizando-se espelhos: a) Espelho no Envelope como Câmara de Orifício, e b) Espelho sustentado por Sistema Simples feito com Sucata (Veja Apostila do Eclipse - referência 07 e Referência 05 para detalhes de construção).

## CÂMARA ESCURA

Utilizando-se caixas de vários tipos e tamanhos, foram construídas câmaras escuras onde se projetava a imagem do sol no seu interior

## CELOSTATO DE SUCATA

Foi construído um Celostato com tubos de PVC, lentes simples de óculos velhos e um espelho (7). Ele projeta a imagem com boa nitidez num anteparo situado a menos de 5 metros.

## PROJEÇÃO DE IMAGEM DO SOL COM TELESCÓPIO

Foi ensinada a técnica de observação do Sol pela imagem projetada em tela por um telescópio. Este método, além de ser excelente para observar eclipses do Sol, serve também para observar o Sol. Foi ensinada a técnica de estudo da rotação do sol através da observação das manchas solares(4,10).

## CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho em feira de ciências foi plenamente atingido pois:

a) O número de visitantes do estande (cerca de 200 pessoas) foi bastante expressivo.

Houve muitos questionamentos e real interesse; os objetos foram manuseados e as dúvidas esclarecidas;

b) No dia do Eclipse, através do projeto "Veja o Eclipse na Praça", do grupo de Astrofísica do Departamento de Física da UEL, mostramos o efeito do aprendizado nas crianças de 1º e 2º grau que levadas à praça para observar o evento, levavam consigo material didático exposto na feira.

O público presente nos postos de observação no dia 3 de Novembro foi cerca de 5000 pessoas.

## REFERÊNCIAS

- 01- Currículo Básico para a Escola Pública do Estado do Paraná, Curitiba, 1990.
- 02- Queiróz, G.; Azevedo, C. A Ciências Alternativa do Senso Comum e Treinamento de Professores. Cad. Cat. de Ensino de Física, 3(2), 66-78, Florianópolis, 1986.
- 03- Cartilha do Eclipse - Comissão Executiva - Eclipse 1994 - Sociedade Astronômica Brasileira, 1994.
- 04- Lattari, C.J.B.; Trevisan, R.H.; Romano, E.B. O Ciclo Solar Máximo: Um estudo Ilustrativo, Atas do X Simpósio Nacional de Ensino de Física, pg. 584 - 489, 1993.
- 05- Trevisan, R.H. Vamos Observar o Eclipse com Segurança? Revista Ciência Hoje das Crianças, Ano 7/Nº 41, outubro, 1994.
- 06- Trevisan, R.H. Folder "Veja o Eclipse do Sol com Segurança!!" Astrofísica, Departamento de Física da Universidade Estadual de Londrina, 1994.
- 07- Araújo, N.M. Apostila do Eclipse - Comissão Executiva Eclipse 1994 Sociedade Astronômica Brasileira, 1994.
- 08- Boscko, R. Apostila do Eclipse - Comissão Executiva Eclipse 1994 Sociedade Astronômica Brasileira, 1994.
- 09- Trevisan, R.H.; Lattari, C.J.B. Observando o Eclipse Solar de 1994 na Escola de Primeiro Grau. XI SNEF, Niterói, RJ, 1995.
- 10- Waxman, J. A Workbook for Astronomy. Cambridge University Press. Cambridge, New York, 1984.

---

## 2. A Construção de Relógio de Sol como Laboratório Natural. Nunes, M.R.

---

### RESUMO

Apesar do relógio de Sol, que utiliza a sombra de uma haste, se projetando em um msotrador com os números correspondendo as hgoras do dia, ter entrado em desuso com a invenção do relógio movido a pêndulo no séc. 17, e hoje utilizarmos a hora atômica, sua construção, incentivada pelo Observatório Nacional, em vários pontos do Brasil, tem revelado ser um bom instrumento pedagógico, um laboratório natural. Aqui apresentamos um modelo de grandes dimensões, feito a partir de uma

placa de concreto. Sua construção fácil e seu baixo custo, tem garantido o sucesso do empreendimento.

## INTRODUÇÃO

O Observatório Nacional, vem implantando, desde 1987, (tabela 1), com a colaboração de prefeituras, universidades, escolas e entidades particulares, grandes relógios de Sol, do tipo vertical e equatorial, com até tres metros de altura, pois a hora pode ser lida de longe. Eles são feitos a partir de uma placa de concreto, sendo construídos, geralmente, pelas próprias instituições, tornando seu custo baixo. Como objetivos, está o incentivo ao gosto pela Ciência, na observação direta de um fenômeno da natureza, (o movimento da sombra causado pelo deslocamento do Sol, durante o dia), o fornecimento da hora solar, e a transformação do local, num ponto de atração turística, além de servir como instrumento pedagógico, um laboratório natural.

## O RELÓGIO DE SOL

A origem do relógio de Sol se perde na História. Ele foi o primeiro instrumento de medir o tempo, criado pelo homem. O mais antigo desse tipo de relógio foi encontrado num templo egípcio, datando em 1300 a.C.(15).

O homem ao notar que o movimento das sombras, dos objetos, durante o dia, estava relacionado com o deslocamento do Sol, no céu, sempre nascendo a Leste e se pondo a Oeste, pode através disso contar o tempo, com maior precisão. De início sua própria figura, em pé, servia para isso. Eram as “sombras moventes”(6). Dessa constatação pode associar o deslocamento da sombra de uma haste, verticalmente colocada, a meridiana, com as horas do dia. A haste, com o passar do tempo, se transformou em obelisco e depois em pirâmides. Os árabes deram a inclinação, da haste, com relação a latitude do lugar, colocando-a paralela ao eixo de rotação da Terra, fazendo com que a sombra do ponteiro, chamado também de Gnomon, caísse sempre nas mesmas horas, durante todo o ano.

A preocupação do homem de medir o tempo com maior exatidão, durante o dia, veio com o avanço da agricultura. Depois surgiram outros medidores, usados durante a noite, como a ampulheta (relógio de areia), a clepsidra (relógio de água), os relógios de vela, de óleo etc. O desuso dos relógios de Sol começou, com a invenção do relógio a pêndulo, no século 17.

## FUNCIONAMENTO DO RELÓGIO DE SOL

Um relógio de Sol, se compõe de três partes:

- A mesa ou mostrador: onde ficam as horas do dia.

## Painéis

- O ponteiro ou gnomo: estilete, que projeta a sombra no mostrador.
- Linhas horárias: linhas das horas do dia.

O relógio de Sol, tem seu funcionamento baseado na projeção que a sombra de uma haste (o ponteiro), inclinada em função da latitude do lugar, projeta em um mostrador, horizontal, vertical ou equatorial, onde contém os números correspondentes as horas do dia. Geralmente das 6 as 18 horas. Deve-se conhecer a latitude e a declinação magnética de cada cidade que está sendo implantado.

Como a Terra gira 360 graus em 24 horas, podemos obter, dividindo um pelo outro, que a cada 15 graus de deslocamento do Sol, no céu, corresponde a 1 hora. O relógio horizontal, com o mostrador deitado, tem a inclinação da haste, com o mesmo valor da latitude do lugar. O vertical, com o mostrador em pé, a inclinação da haste é a co-latitude. No caso do relógio de Sol equatorial, em que o mostrador está perpendicular ao equador, ela será de 90 graus.

## RELÓGIO DE SOL DE CONCRETO

O projeto desenvolvido pelo ON, (fig. 1) é do tipo vertical, ou equatorial, consistindo de uma placa de concreto de 3,5m x 1m x 0,10m, com ferragens. Meio metro fica enterrado no chão. Possui dois mostradores, o Norte e o Sul. A placa tem de estar orientada nos pontos cardeais, Leste-Oeste. Pôr meio de uma bússola, obtém-se o Norte Magnético, e depois o Norte Verdadeiro, corrigindo a Declinação Magnética, fornecida pela Carta Magnética do Brasil (2), publicada de cinco em cinco anos, pelo Departamento de Geofísica do ON.

Deve-se escolher um local, para sua implantação, tendo o mínimo possível de construções, em volta, para não fazerem sombra no relógio, no sentido Leste-Oeste. Outro fator importante, é o fluxo de pessoas pelo local e a facilidade de acesso. O material necessário, para sua construção, é o seguinte:

Cimento: 2 sacos; areia: 0,5 m<sup>3</sup>; brita 2: 0,5 m<sup>3</sup>; ferros 16 e 20 mm: 10 kg; arame 18: 1 kg. Formas: pinho 1": 3,5m<sup>2</sup>; pernas 3x3": 7,0 ml; sarrafo 1x4": 8,0 ml; pregos 1 kg.

As linhas horárias, marcadas a partir das 12 horas, para o relógio de Sol vertical é fornecido pela fórmula:

$$\text{Tang } x = \cos L \cdot \text{tang } h$$

Sendo  $x$  = linha horária;  $L$  = latitude do lugar, em graus e decimal, e  $h$  a inclinação do Sol, no equador, a cada hora, de 15 em 15 graus (15, 30, 45, 60, 75 graus). A inclinação do ponteiro, é fornecido pela co-latitude de cada cidade. No relógio de Sol equatorial, a placa fica inclinada com o valor da co-latitude da cidade. O ponteiro fica perpendicular a placa e os ângulos horários são de 15 graus. Para o Rio de Janeiro, cuja latitude é de 22º 54' Sul (5), os dados são os seguintes:

- a) Linhas horárias, em graus, para o relógio de Sol vertical:  
11h = 13,8; 10h = 27,9; 9h = 42,9; 8h = 57,9; 7h = 73,7 e 6h = 90.
- b) Inclinação do ponteiro = Co-latidade =  $90 \text{ graus} - 22^\circ 54' = 67^\circ 06' = 67^\circ$

## CONCLUSÃO

A proposta do ON, da implantação de grandes relógios de Sol, tem sido aceita com entusiasmo, por várias instituições. Apesar deles terem entrado em desuso, hoje a hora sendo atômica, (O Departamento do Serviço da Hora do On, gera e difunde a Hora Oficial brasileira, a partir de cinco relógios atômicos), eles ainda constituem um excelente instrumentos incentivador do gosto pela Ciência, despertando vocações científicas, tornando-se, um instrumento pedagógico, um laboratório natural. Os professores podem mostrar o movimento de rotação da Terra, os pontos cardeais e o deslocamento do Sol, durante o ano, no céu. Sua implantação é fácil e proveitosa, ainda mais num país tropical, como o Brasil, que tem luz solar em abundância. Uma das vantagens, de sua instalação, é que o relógio de Sol não precisa de manutenção, podendo ser feito, também de outros materiais resistentes ao tempo, como ferro, mármore, granito etc. Por outro lado, os antigos relógios, constituem excelentes objetos de arte, que devem ser preservados. Segundo levantamento feito pelo Clube de Astronomia do Rio de Janeiro-CARJ, a partir de 1977, existem em torno de 200 relógios de Sol no Brasil. O mais antigo é do tipo vertical e está na Igreja de São Francisco Xavier, em Niterói, fundada pelo padre José de Anchieta, datando de 1776. A peça mais bonita está na cidade de Franca, interior de São Paulo, datando de 1886, feito de mármore de carrara, e constitui-se de vários relógios de Sol. O maior relógio de Sol vertical, do Brasil, é o do Parque da Cidade, em Brasília, com 5,5 metros de altura, projetado por Oscar Niemeyer, a partir da sugestão do autor e de Jacques Danon, que o assessoraram, sendo inaugurado em 1987. Em dezembro de 1994, a Prefeitura da UFF, implantou tres relógios de Sol, em seu campus, sendo dois verticais e um equatorial., a partir de nosso projeto.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) BEDAQUE, P. **Projete seu relógio de sol vertical**. Bol. Argus. 9:11. CAV. 1993. Vinhedo.
- (2) **CARTA magnética do Brasil 1990**. Dep. Geo. ON. Rio de Janeiro.
- (3) DANIEL, C. St. H. **Sundials**. Shire. Bukcs. 1990.
- (4) DANON, J., NIEMEYER. O. **O relógio de Sol do parque da cidade de Brasília**. Pub. esp. 7. ON. 1988. Rio de Janeiro.
- (5) **LISTAGEM de cidades, vilas do Brasil**. org. alfabética. IBGE. jan..1990. Rio de Janeiro.
- (6) NEGRÃO, L. E. **Relógios de Sol**. Clube de Astronomia do Rio de Janeiro. 1987. Rio de Janeiro.

- (7) NUNES, M. R. **Relógio de Sol, a hora da luz.** Ecol. Des. 3(40):16-17. jun 1994. Rio de Janeiro
- (8) ----- **O relógio de Sol de Brasília.** Boletim CARJ. 13(3): 75-77. maio jun. 1988. Rio de Janeiro.
- (9) ----- **O tempo certo do Sol.** Criativa. 2(20):106-107. Rio Gráfica. maio 1984. Rio de Janeiro.
- (10) ----- **Relógio de Sol de Cachoeiras de Macacu.** Boletim CARJ. 15(3):45-46. jul.set.. 1990. Rio de Janeiro
- (11) ----- **Relógio de Sol equatorial.** Bol. CARJ. 14(3):50-53. jul.set. 1989. Rio de Janeiro.
- (12) ----- **O relógio de Sol de Brasília.** Educ. de Hoje. 3 (12): 19. jun.set. 1988. Bloch. Rio de Janeiro..
- (13) **OS RELÓGIOS e sua evolução.** DSHO/ON. jun. 1989. Rio de Janeiro.
- (14) **RELÓGIO de Sol é o maior.** **Correio Braziliense.** 16 abr. 1988. Brasília. p. 14.
- (15) **SÃO PAULO. J de L. Instrumentos de cosmografia.** 1931. Rio de Janeiro.
- (16) **WAUGH. A. E. Sundials, their theory and construction.** Dover. New York. 1975.

## RELÓGIOS DE SOL CONSTRUÍDOS

Projeto Observatório Nacional

| Cidade            | Estado | Tipo           | Tamanho           | Construtor | Ano  |
|-------------------|--------|----------------|-------------------|------------|------|
| Americana         | SP     | Equatoria<br>I | 0,80 x 0,80 m     | Prefeitura | 1989 |
| Americana         | SP     | Equatoria<br>I | 0,80 x 0,80 m     | Prefeitura | 1989 |
| Brasília          | DF     | Vertical       | 5 m (altura)      | GDF *      | 1989 |
| Cachoeiras/Macacu | RJ     | Vertical       | 3 x 1 x 0,7 m     | Prefeitura | 1987 |
| Campinas          | SP     | Equatoria<br>I | 0,50 x 0,50 m     | Prefeitura | 1989 |
| Feira de Santana  | BA     | Equatoria<br>I | 3 x 1 x 0,10      | OAA        | 1994 |
| Niteroi           | RJ     | Vertical       | 3 x 1 x 0,10      | UFF        | 1994 |
| Niteroi           | RJ     | Vertical       | 3 x 1 x 0,10      | UFF        | 1994 |
| Niteroi           | RJ     | Equatoria<br>I | 3 x 1 x 0,10      | UFF        | 1994 |
| Treze Tilias      | SC     | Equatoria<br>I | 0,50 x 0,50 m     | Travnik    | 1994 |
| Paracambi         | RJ     | Vertical       | 0,50 x 0,50 m     | Prefeitura | 1989 |
| Piracicaba        | SP     | Equatoria<br>I | 0,50 x 0,50 m     | OMP        | 1989 |
| Quissamã          | RJ     | Vertical       | 3 x 1 x 0,10<br>m | Prefeitura | 1994 |
| Rio de Janeiro    | RJ     | Vertical       | 3 x 1 x 0,10 m    | FAPERJ     | 1994 |

Atas do XI Simpósio Nacional de Ensino de Física

|                                |    |                |                     |                     |      |
|--------------------------------|----|----------------|---------------------|---------------------|------|
| São Gonçalo                    | RJ | Vertical       | 4 x 1 x 0,10<br>m   | NTF**               | 1989 |
| São Gonçalo                    | RJ | Equatoria<br>I | 4 x 1 x 0,10 m      | NTF                 | 1994 |
| São João da Barra              | RJ | Vertical       | 3 x 1 x 0,10<br>m   | Prefeitura          | 1995 |
| São João da Barra              | RJ | Vertical       | 3 x 1 x 0,10<br>m   | Prefeitura          | 1995 |
| São Vicente                    | SP | Vertical       | 0,30 x 0,40 m       | Rhodia              | 1994 |
| São Vicente                    | SP | Horizontal     | 0,40 x 0,40 m       | Rhodia ***          | 1994 |
| Tefé                           | AM | Equatoria<br>I | 2,5 x 1 x 0,10<br>m | Prefeitura          | 1991 |
| Vassouras                      | RJ | Vertical       | 2,5 x 1 x 0,10<br>m | ON-OMV              | 1994 |
| <b>EM CONSTRUÇÃO / PROJETO</b> |    |                |                     |                     |      |
| Além Paraíba                   | RJ | Vertical       | 3 x 1 x 0,20<br>m   | Prefeitura/OM       |      |
| Açú                            | RN | Equatoria<br>I | 3 x 1 x 0,20<br>m   | Hamilton            |      |
| Campinas (+)                   | SP | Vertical       | 0,65 x 0,67 m       | Travnik             |      |
| Caldas Novas                   | GO | Vertical       | 3 x 1 x 0,10<br>m   | Hotel Di Roma       |      |
| Cuiabá (+)                     | MT | Vertical       | 4 x 1 x 0,10 m      | Prefeitura          |      |
| Curitiba                       | PR | Equatoria<br>I | 3 x 1 x 0,10<br>m   | OACEP               |      |
| Piracicaba (+)                 | SP | Vertical       | 0,65 x 0,67         | Travnik             |      |
| Rio de Janeiro                 | RJ | Vertical       | 3 x 1 x 0,10<br>m   | 8ª Reg. Adm.        |      |
| Rio de Janeiro                 | RJ | Vertical       | 1 x 2 x 0,10<br>m   | CETEM               |      |
| Rio de Janeiro                 | RJ | Vertical       | 1 x 3 x 0,10<br>m   | Forte<br>Copacabana |      |
| Valinhos (+)                   | SP | Equatoria<br>I | 0,50 x 0,50 m       | Travnik             |      |

GDF - Governo do Distrito Federal - projeto Oscar Niemyer

OMP - Observatório Municipal de Piracicaba

OAA - Observatório Astronômico Antares - UEFS

NTF - Projeto "Nós Temos a Força"

UFF - Universidade Federal Fluminense

CETEM - Centro de Tecnologia Mineral

OACEP - Observatório e Planetário do Colégio Estadual do Paraná

8ª Reg. Adm. - 8ª Região Administrativa - Tijuca

FAPERJ - Fundação de Amparo à Pesquisa no Rio de Janeiro/Escola XV

---

3. **Astronomia no Curso de Aperfeiçoamento para Professores de Física.** Lattari, C.J.B.; Trevisan, R.H.

---

## INTRODUÇÃO

O Estudo da astronomia torna-se cada vez mais necessário como forma de incentivo no tratamento de temas básicos de ensino de física tanto no primeiro e segundo graus, como nos cursos que abordam essas disciplinas no terceiro grau. São freqüentes os pedidos de inserção da astronomia nos cursos de aperfeiçoamento de professores (3, 8) e não raro a exigência de que essa disciplina seja optativa ou faça parte do currículo de disciplinas obrigatórias. Discutiremos aqui a importância de se implantar essa disciplina no curso de terceiro grau e a proposta de um curso de aperfeiçoamento de astronomia como uma solução paliativa do problema.

## PROBLEMA FUNDAMENTAL

Com as novas propostas curriculares (1, 2, 6 e 7) para o primeiro e segundo graus os professores são obrigados a se adaptar à realidade de ensinar ciências, física ou matemática enfocando acontecimentos cotidianos (11) onde se deparam com situações cada vez mais difíceis de serem solucionadas, principalmente no campo da astronomia, pois se vêm cercados pelos questionamentos de seus alunos movidos pela curiosidade instigada por jornais e revistas.

Como o curso de terceiro grau de física traz uma lacuna no conhecimento com relação à astronomia, o tema, abordado de forma extremamente superficial conduz a uma insatisfação no aprendizado.

Surge aí um problema fundamental que é a criação de um "ciclo vicioso", uma vez que no primeiro grau o professor de ciências não trata o tema da proposta curricular de forma coerente (12), deixando falhas em temas tais como: movimento da Terra, sistema solar, estrelas, etc. Esse aluno ao chegar no segundo grau passa a ter dificuldades quando esses temas voltam a ser tratados em física, principalmente quando se fala de gravitação (9). Aí o professor deve apresentar os modelos geocêntricos e heliocêntricos, localizando as suas origens e a época em que foram formados. Deve explorar, também, que o Sol é uma estrela e que não está em repouso, apesar de os planetas orbitarem em torno dela (4, 5, 9, 10); e nem sempre o professor está preparado para a problematização desse tema.

Surge então uma questão diante desse quadro:

Como preparar esses professores para enfrentar os problemas acima expostos?

## ALGUMAS SOLUÇÕES

Muitas soluções podem ser pensadas, desde a consulta à bibliografia especializada à entrevistas com pesquisadores da área. Mas nem sempre se tem os livros e muito menos os pesquisadores.

Devemos então pensar em soluções a curto e longo prazo, tais como: curso de especialização de astronomia, voltada para o ensino dessa disciplina, podendo ter alguma carga horária com ênfase no método científico e na pesquisa. Esse curso pode ser feito em 360 horas aula sendo 180 horas para as disciplinas e 180 horas para a monografia. Verifica-se interesse por parte dos professores quando se fala na possibilidade de uma especialização neste sentido. Podemos também inserir tópicos de astronomia nos cursos de física e ciências com habilitação em matemática no sentido de familiarizar os futuros professores com o manejo nos temas de astronomia ou então cursos de aperfeiçoamento como forma de solucionar superficialmente o problema.

## O CURSO DE APERFEIÇOAMENTO

Apesar de não ser uma solução das melhores, é uma solução a curto prazo que funciona.

Esses cursos normalmente são rápidos, com carga horária variando entre 8 e 16 horas aula e direcionados especialmente para professores de física e matemática.

É conveniente usar a seguinte metodologia: em um primeiro momento, nós ilustramos as aulas com slides e fitas de vídeo, com assuntos referentes aos temas que os professores têm que tratar em sala de aula, e num segundo momento, fazemos-los lidar com instrumentos de fácil acesso e construção, a fim de que possam ter idéias para dinamizar as suas aulas, e em um terceiro momento, exigimos um retorno desse treinamento, ou seja, que os professores apliquem em sala de aula o que aprenderam no curso de aperfeiçoamento.

Isso fecha o curso evitando evasivas e criando um hábito salutar, ou seja, o de aplicar aquilo que se aprende.

## CONCLUSÃO

Do que foi exposto fica claro que a implantação da astronomia como disciplina regular nas grades curriculares dos cursos de Física e Matemática, principalmente no que toca à licenciatura é de suma importância.

Além disso uma Especialização na área seria desejável, uma vez que há interesse por parte dos professores em se especializarem.

Porém, diante do quadro atual, a única saída que nos resta, são os cursos de aperfeiçoamento que não resolvem o problema, mas ajudam momentaneamente desde que uma metodologia coerente seja aplicada.

## REFERÊNCIAS

- 1 - Currículo Básico para a Escola Pública do Estado do Paraná, Curitiba, 1990.
- 2 - Secretaria da Educação do Estado de São Paulo - Proposta Curricular para o Ensino de Ciências e Programa de Saúde Primeiro Grau , São Paulo, CESP, 1987.
- 3 - Lattari,C.J.B.; Trevisan,R.H. Curso Básico de Astronomia para Professores de Ciências , segundo a Nova Proposta do Estado do Paraná no Programa de quinta e sextas séries, Atas do X Simpósio Nacional de Ensino de Física, 1993, pg. 487 - 493.
- 4 - Lattari,C.J.B, Trevisan,R.H. Observando o Céu em Ondas de Rádio, Atas do X Simpósio Nacional de Ensino de Física, pg. 501 - 506, 1993.
- 5 - Lattari,C.J.B.; Trevisan,R.H.;Romano,E.B. O Ciclo Solar Máximo : Um estudo Ilustrativo, Atas do X Simpósio Nacional de Ensino de Física, pg. 584 - 489, 1993.
- 6 - Secretaria da Educação do Estado de São Paulo - Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Proposta Curricular para o Ensino de Física - segundo grau. São Paulo, SE/CENP,1988.
- 7 - Secretaria da Educação do Estado do Paraná - Restruturação do Ensino de Segundo Grau: Projeto de Conteúdos Essenciais de Ensino do segundo Grau - Física, Curitiba, 1988.
- 8 - Trevisan,R.H.; Lattari,C.J.B. Curso de Astronomia para Professores de Primeiro Grau - Apostila de Curso de Atualização dos Núcleos Regionais de Ensino do Paraná, 1992.
- 9 - Máximo.; Alvarenga,B. Curso de Física, vol. I, 3 Ed. ,Editora Harbra Ltda, São Paulo, 1992
- 10 - Delizoicov,D.; Angotti,J.A. Física, Cortez, São Paulo, 1991.
- 11 - Secretaria de Estado de Educação de São Paulo. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Ensino de Física: dos Fundamentos à Prática, vol. 1, 1990.
- 12 - Queiroz, G.; Azevedo, C. A Ciências Alternativa do Senso Comum e Treinamento de Professores .Cad. Cat. de Ensino de Física, 3(2),66-78, Florianópolis, 1986.

---

4. **Implantação de Astronomia em Currículo Básico do Curso de Ciências.**  
Lattari, C.J.B.; Trevisan, R.H.

---

## INTRODUÇÃO

Devido a mudanças das propostas curriculares para o primeiro grau, das secretarias de educação estaduais dando enfoque à astronomia como um dos eixos norteadores (1,2), foram criados cursos de aperfeiçoamento para professores atuantes na rede de ensino municipal, visando exclusivamente temas de astronomia (3,4), já que esses professores não tiveram nenhuma formação na área, em seus cursos de graduação.

Buscando suprir as dificuldades constatadas nestes cursos, propusemos a implantação de temas de Astronomia Básica no Currículo de formação de professores em curso de ciências com habilitação em matemática.

Nossa proposta foi aceita pelo Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis - SP (FEMA/IMESA) e implementada na disciplina Física Geral e Experimental III, cujo conteúdo passou a ser exclusivamente de Astronomia. Discutiremos nesse trabalho a proposta de implantação e alguns resultados relevantes dos temas enfatizados.

## QUESTÕES EMERGENCIAIS

As propostas curriculares para o ensino de ciências, propõem em seu conteúdo, tópicos de astronomia, tais como: sol, aspectos do dia e da noite, orientação, estações do ano, fases da lua, planetas, estrelas, constelações, galáxias, etc, assim como aspectos históricos desta disciplina.

O professor de Ciências, tanto os que ministram aulas de pré a 4ª série, como os que trabalham com alunos de 5ª a 8ª série, tem que incluir em seus planos de curso, tópicos referentes à astronomia, deparando com problemas referentes a conteúdo.

Devido ao seu despreparo, ele tem receio pôr não saber como tratar os temas, passando muitas vezes pôr cima destes, deixando de ensinar esses tópicos ou ensinando-os de maneira inadequada (5). Torna-se necessário portanto, suprir essas falhas de forma urgente, tanto quanto à assistência ao profissional em sala de aula, melhorando o seu conteúdo, como ao futuro professor de ciências, incluindo em seu currículo temas de disciplinas propostas nos currículos escolares.

Ao nosso ver, a raiz do problema passa pelo 3º grau, nos cursos de formação de professores de ciências, onde os conteúdos programáticos são montados sem levar em conta o avanço das propostas curriculares para o ensino de ciências (6). O professor de ciências tem hoje, portanto, duas questões de caráter emergências que precisam ser solucionadas, ou seja:

- I. como suprir as suas falhas de conteúdo nos tópicos referentes a astronomia;
- II. quem os preparará para enfrentar esse problema, já que até os livros didáticos trazem conceitos errados sobre o assunto?

## Painéis

Esses problemas, para serem resolvidos, precisam ser atacados em duas frentes: uma que resolva o problema do profissional em sala de aula e o outro que resolva o problema do futuro professor dando-lhes subsídio para o preparo de suas aulas quando abordarem temas de astronomia.

## ASTRONOMIA: EMENTA E OBJETIVOS

Como mencionamos acima, as frentes onde devemos combater o problema, devem estar voltadas para uma causa imediata, como por exemplo, cursos de aperfeiçoamento de professores, e uma causa futura qual seja, a de inserir no conteúdo programático dos cursos de formação de professores de ciências, temas relacionados à astronomia.

No primeiro caso, vários projetos estão sendo desenvolvidos pôr grupos interessados no aperfeiçoamento de professores de ciências, e mesmo pelas secretarias de Educação dos estados que vez ou outra financiam esses cursos.

O segundo caso já se apresenta mais difícil, pois depende de uma conscientização das escolas de 3º Grau que formam professores de ciências, em incluir Astronomia entre as disciplinas a serem ministradas.

Foi com esta preocupação que nós propusemos a inserção do conteúdo de astronomia na disciplina “Física Geral e Experimental III” do curso de ciências. Desta forma a seguinte ementa foi implementada com o objetivo de suprir as necessidades curriculares dos futuros professores:

- História da Astronomia
- Sistema Solar
- Estrelas
- Constelações
- Galáxias
- Introdução à Cosmologia
- O Planeta Terra.

Esse último item, o planeta Terra, possui um caráter interdisciplinar, desenvolvendo-se em paralelo com geologia, biologia, ecologia e química.

Desta forma pretendíamos cobrir em conteúdo o programa da proposta curricular e satisfazer a curiosidade natural que tanto os professores como seus alunos possuem a respeito das “coisas” da astronomia além de lhe dar subsídio, através de uma certa metodologia, para desenvolver o conteúdo dessa disciplina contido nos livros didáticos de ciências, além de produzirem o seu próprio material instrucional.

## METODOLOGIA

A implementação dessa ementa, que se fará através de conteúdo programático do curso, deve levar em consideração as más condições de trabalho do professor de

primeiro grau : excesso de alunos pôr turma, más instalações, etc. Devemos levar em conta ainda, que esses futuros professores nada sabem de astronomia, muitos deles nunca viram um telescópio de perto, ou mesmo , estão em condições de aceitar algumas idéias da cosmologia moderna que ora estão em vigor muitas dessas cabeças são aristotélicas, ou seja , pensam ainda como os gregos antigos.

Desta forma devem ser alfabetizados em ciências (7) e conseqüentemente em astronomia pois a complexidade da vida moderna exige das pessoas noções básicas em ciências (química, física, biologia, matemática, astronomia, etc.) que as permitam participar do mundo em que vivem, além disso, esse aluno é o futuro professor que terá em suas mãos, crianças ou adultos que trarão para a sala de aula um certo conhecimento científico tirado do dia-a-dia para ser trabalhado.

Isto posto, fica claro que um curso eminentemente teórico está fora de cogitação, o que conduziu-nos a dividir o curso em duas etapas. A primeira, teórica, onde vários recursos didáticos foram utilizados como slides, transparências, etc, para discutir os tópicos do programa, tais como : a origem do sistema solar, noções básicas sobre o sol, teoria de formação e evolução das estrelas, sistemas de referência, os mapas do céu, a nossa galáxia e modelos cosmológicos.

Em uma segunda etapa, os alunos desenvolveram alguns projetos utilizando material simples, de fácil aquisição (8), a fim de construir alguns equipamentos didáticos tais como : telescópios simples, telêmetro de madeira (9), construção do planeta Terra e o estudo de sua inclinação , o gnômon e o estudo das sombras, astrolábio, etc, formando assim um pequeno kit de astronomia para que possam utilizar futuramente em suas aulas.

## CONCLUSÃO

Em uma avaliação geral do curso, os alunos acharam importante aprender astronomia no curso de ciências e justificaram a necessidade com o fato de que a proposta curricular de ciências da CENP (Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas) trás tópicos dessa disciplina em seu conteúdo.

Outro fato marcante, foi a aceitação dessa disciplina e a sua utilização quase que instantânea pelos alunos que atuam na rede de ensino: passaram a usar os conceitos aprendidos para enriquecer as suas aulas e elaborar pequenos projetos de astronomia em suas escolas

Pela aceitação e imediata aplicação, a disciplina astromia dentro do curso de ciências, mostrou-se válida, ajustando-se bem a um curso de formação de professores de ciências com habilitação em matemática, apesar de ainda necessitar de um aperfeiçoamento no sentido de aumentar a sua dinâmica com a maior participação dos alunos em atividades tais como Clube de Astronomia ou Ciências, e desenvolvimento de pequenos trabalhos para que esses alunos possam participar de feiras, mostras e simpósios de ensino, criando um polo de disseminação de astronomia fato esse que julgamos necessário na atual conjuntura.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Currículo Básico para a Escola Pública do Estado do Paraná, Curitiba, 1990.
- (2) Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Proposta Curricular para o ensino de Ciências e Programa de Saúde -1º Grau. São Paulo, CENP, 1987.
- (3) Lattari, C.J.B.; Trevisan, R.H. Curso Básico de Astronomia para Professores de Ciências segundo a Nova Proposta do Estado do Paraná no Programa de 5ª e 6ª séries, X Simpósio Nacional de Ensino de Física, Londrina, 1993.
- (4) Trevisan, R.H. et all. Instrumentação para a Astronomia, X SNEF, Londrina, Pr, 1993.
- (5) Queiroz, G.; Azevedo, C. A Ciência Alternativa do Senso Comum e treinamento de Professores. Cad. Cat. Ens. Física. Florianópolis 4(1): 7-16, abril, 1987.
- (6) Moreira, M.A.; Axt, R. A Questão das Ênfases Curriculares e a Formação do Professor de Ciências. Cad. Cat. Ens. Física, Florianópolis, 3(2): 66-78, agosto, 1986.
- (7) Gaspar, A. O Ensino Informal de Ciências: de sua viabilidade e Interação com o Ensino Formal à Concepção de um Centro de Ciências. Cad. Cat. Ens. Física, Florianópolis. V9, n2: 157 - 163, agosto, 1992.
- (8) Nuevo Manual de la Unesco para la Enseñanza de las Ciências, Buenos Aires, Editora Sudamericana, 1962.
- (9) Caniato, R. O céu, Ática, São Paulo, 1990.

---

5. Observando o Eclipse Solar de 1994 - Na Escola de 1º Grau. Trevisan, R.H.; Lattari, C.J.B.

---

## RESUMO

Com o objetivo de auxiliar a criança a se situar dentro do Universo, dando a ela uma visão de "fora" da Terra, fazendo com que ela mesma responda às freqüentes questões de sala de aula: Como é o Sol? Para onde vai o Sol quando se põe? O Sol pode despencar? etc, propomos um experimento didático para ser realizado pelos professores do 1º Grau junto com seus alunos, durante um eclipse solar.

O experimento consta de duas etapas: a primeira, será a preparação de uma montagem para observação do eclipse, utilizando um binóculo comum e um anteparo de cartolina; a segunda será o estudo da geometria do eclipse solar, usando as sombras da umbra e da penumbra, para predizer o início, o fim e a duração do eclipse solar total na cidade onde está sendo realizado o experimento.

## INTRODUÇÃO

A astronomia e o espaço, são sempre temas interessantes para as crianças que estudam ciências. São muito poucas atualmente em nosso país, as fontes de referências que tratam destes assuntos a nível de primeiro e segundo graus. Sugerimos aqui, um experimento simples(1), que apesar de muito antigo, utiliza material de fácil aquisição, geralmente encontrado nas escolas e que coloca a criança diretamente em contato com o fenômeno do eclipse. São sugeridas algumas medidas da geometria do eclipse que podem ou não serem executadas, dependendo do nível da turma onde será aplicada a experiência. O texto está redigido em linguagem apropriada para que o professor do primeiro grau possa utilizá-lo diretamente com seus alunos.

## **ECLIPSES DO SOL**

O Eclipse Solar ocorre quando a Lua fica entre o Sol e a Terra. Esta situação só pode ocorrer em períodos de lua nova e, embora a Lua seja 400 vezes menor do que o Sol, está também 400 vezes mais próxima da Terra, sendo assim, quando passa em frente ao Sol, pode encobri-lo quase que inteiramente.

Dependendo do local onde o observador se encontra na face da Terra, o eclipse pode ser do tipo Parcial ou Total. Dependendo também da distância da lua em relação à Terra, pode ainda ser um eclipse do tipo Solar Anular.

### **ECLIPSE SOLAR TOTAL**

Ocorre nos locais onde o observador, durante o eclipse, não recebe nenhum raio do sol; isto quer dizer que o observador verá o disco da Lua cobrir totalmente o Sol. Neste caso, diz-se que o observador está numa região de umbra (2).

### **ECLIPSE SOLAR PARCIAL**

Ocorre quando o disco da Lua cobre apenas parte do disco solar. Neste caso, o observador está na região chamada penumbra(2).

### **ECLIPSE SOLAR ANULAR**

Ocorre quando a luz está próxima ou na sua posição mais distante da Terra. Neste caso, a parte do sol encoberta pela Lua é o seu centro, ficando um anel brilhante ao redor de um centro obscurecido. No dia 29 de Abril de 1995 teremos um eclipse anular do Sol no norte do Brasil.

Em 3 de Novembro de 1994, tivemos um eclipse solar que foi total e foi observado da região sul do Brasil. O experimento descrito a seguir, foi passado aos professores de primeiro grau através de cursos de aperfeiçoamento, e foi realizado na maioria das escolas estaduais e municipais do Paraná.

## **EXPERIMENTO: OBSERVAÇÃO DO ECLIPSE SOLAR ESTUDO DA GEOMETRIA DO ECLIPSE SOLAR**

### **OBJETIVO DA EXPERIÊNCIA:**

- 1) despertar na criança a prática da observação dos fenômenos astronômicos utilizando o universo como um laboratório;
- 2) colocar a criança em contato com o fenômeno do eclipse do Sol;
- 3) observar o movimento de translação da Lua ao redor da Terra;
- 4) usar a geometria das sombras da Umbra e Penumbra para prever o início e a duração do eclipse solar em sua cidade.

### **AVISO!!! CUIDADO!!!**

EM NENHUM MOMENTO VOCÊ PODE OBSERVAR O SOL DIRETAMENTE ATRAVÉS DO BINÓCULO OU DE UM TELESCÓPIO! SE VOCÊ SE ESQUECER DESTA AVISO, QUALQUER UM QUE OBSERVAR O SOL DIRETAMENTE, FICARÁ PERMANENTEMENTE CEGO, POIS A LUZ DO SOL QUEIMARÁ SUA RETINA EM POUCOS SEGUNDOS!!!

### **MATERIAL UTILIZADO:**

- 1 binóculo ( ou telescópio)
- 1 tripé
- 1 cartolina branca 30x30 cm
- 1 anteparo

### **1ª ETAPA: MONTAGEM PARA OBSERVAÇÃO DO ECLIPSE**

#### **procedimento**

- 1) usando uma flanela macia, limpe a objetiva do binóculo. Tome cuidado de não prolongar o tempo de observação pois, do contrário, o calor do Sol poderá causar um escurecimento das lentes do binóculo. Cubra uma das lentes objetivas ( a maior).
- 2) monte seu binóculo (com fita crepe) sobre o tripé (veja figura 1) . Ajuste a posição do tripé, de modo que a imagem do Sol se projete na cartolina branca que é colocada de 1,5 a 3,0 m do tripé;  
Coloque um «ocultador de sombra» encaixado nas oculares do binóculo. Este ocultador é feito com uma cartolina ou papel comum, furado, e tem a função de deixar a cartolina menos brilhante e a imagem mais nítida. A superfície da cartolina deve estar exatamente paralela as lentes do binóculo. A imagem do Sol deve ser circular e não elíptica. A imagem será perfeita se você colocar o anteparo numa sombra;
- 3) focalize a imagem do sol pelo mecanismo do binóculo

- 4) no chão, marque as posições do tripé e do anteparo, com giz ou tinta;
- 5) faça o procedimento acima uns três ou quatro dias antes do dia do eclipse, na mesma hora e local da observação.
- 6) escolha bem o local da observação : deve ser um local amplo, de preferência bem alto ( no alto de um morro, ou prédio), que seja descampado, sem árvores ou prédios que impeçam a observação até o final;
- 7) isole a área ao redor da montagem com cordas, para evitar que as crianças destruam a montagem ao esbarrar na mesma;
- 8) antes do eclipse (e durante o mesmo), poderão ser dadas algumas informações às crianças sobre o que é um eclipse, sua importância no estudo do Sol pelos cientistas do mundo todo;
- 9) o evento poderá ser fotografado, com máquina comum e filme comum de 100 ASA, ou até mesmo filmado;
- 10) verifique cuidadosamente a hora do eclipse, junte a criançada e aproveite este lindo espetáculo que a natureza nos oferece!
- 11) mesmo que não haja eclipses, esta montagem lhe permite observar as manchas solares (3), e mesmo estudar o movimento diferenciado de rotação do Sol (1).

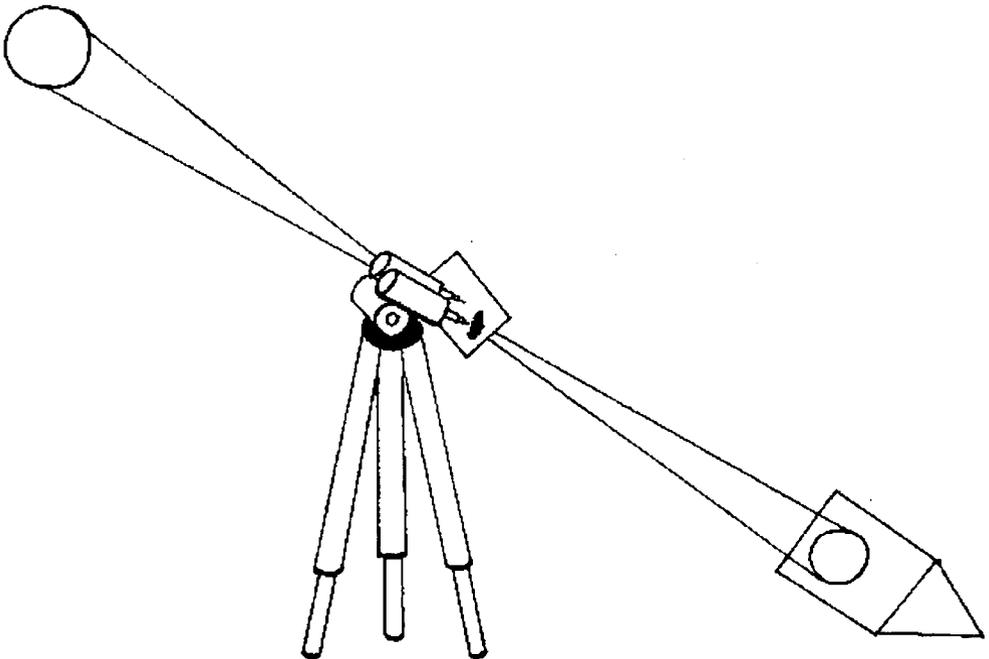


Figura 1: Montagem com binóculo para observação do Sol por projeção.

## 2ª ETAPA: TOMANDO DADOS DURANTE O ECLIPSE

### procedimento

Se seus alunos são de 5ª série em diante, você poderá, além de observar o eclipse, fazer este exercício, seguindo o procedimento abaixo.

Neste exercício, você usará a geometria das sombras da umbra e penumbra para verificar o início, o final e a duração total do eclipse solar. Ele poderá ser feito por grupos de alunos ou individualmente.

### exercício

- 1) para cada posição da Lua, desenhe a região de umbra e penumbra;
- 2) determine a hora em que a penumbra da Lua atinge a cidade. Este tempo é dado pelo início da fase do eclipse; marque este tempo na tabela;
- 3) determine a hora em que a umbra da Lua atinge a cidade. Este é o tempo de início da "totalidade". Marque na tabela;
- 4) determine a hora em que a penumbra da Lua deixa a cidade. Este é o fim do eclipse; marque este tempo na tabela;
- 5) determine a duração total do eclipse. Isto pode ser feito subtraindo o tempo do item 2 do tempo do item 4. Marque o tempo na tabela.

### TABELA DE DADOS

|    |                                      |  |
|----|--------------------------------------|--|
| 01 | HORA DO PRIMEIRO CONTATO (PENUMBRAL) |  |
| 02 | HORA DO SEGUNDO CONTATO (UMBRAL)     |  |
| 03 | HORA DO ÚLTIMO CONTATO (PENUMBRAL)   |  |
| 04 | DURAÇÃO TOTAL DO ECLIPSE             |  |

### CONCLUSÃO

Após o evento, você poderá discutir com as crianças o evento em si, seu mecanismo, tirar suas dúvidas, conferir e comparar as tabelas de cada equipe, etc.

### BIBLIOGRAFIA

- (1) Waxman, J. A workbook for Astronomy, Cambridge University Press, 1984.
- (2) Boczko, R. Estrutura do sistema solar. W.J. Maciel, 1990.
- (3) Lattari, C.J.B.; Trevisan, R. H. T. O Ciclo Solar Máximo: Um Estudo Ilustrativo. Atas do X SNEF, pg. 584. Londrina, 1994.

---

6. Astrolábio: Um Meio de Complementar os Conceitos Básicos de Astronomia de 5ª a 8ª Série do 1º Grau. Trevisan, R.H.; Souza E. de; Nabarro, R.A.

---

## INTRODUÇÃO

Levando em consideração o trabalho realizado a nível estadual nos cursos para professores, e tendo por objetivo reforçar os conceitos de astronomia já que no Paraná ela foi introduzida como um dos eixos norteadores de ciências (os três eixos são: astronomia; saúde, qualidade de vida; transformação de matéria e energia) desde o pré até a oitava série, construímos com professores e alunos de primeiro grau, um astrolábio.

O movimento aparente diário do sol pode ser utilizado como referência das horas do dia e até a determinação das estações do ano; isto está evidenciado em estudos atuais da astronomia desenvolvida por povos da antiguidade(1).

Muito embora seus aparelhos sejam de certa maneira rudimentares, ainda assim, até nossos dias a sua utilização tem dado resultados satisfatórios; mesmo que apenas auxilie no despertar da curiosidade, ou dimensione mais os horizontes dos iniciantes no estudo de astronomia.

Neste sentido, o astrolábio, instrumento conhecido desde idos da história antiga (época das grandes navegações) (2,5), pode ajudar professores do ensino básico a enriquecer mais as aulas de astronomia. Por vezes este ensino encontra o professor despreparado e sem muitas idéias-chaves que possam impulsionar sua criatividade como mestre. Nosso trabalho tem por objetivo amenizar esta carência no ensino de primeiro grau, mais especificamente de quinta a oitava série.

## RESUMO

O astrolábio é um instrumento didático, para despertar e ensinar os pré-adolescentes a dar os primeiros passos na curiosa descoberta do céu noturno e diurno. Com o astrolábio, podemos ensiná-los entre outras coisas: a localização dos pontos cardeais, a determinação das horas do dia, as estações do ano, e a partir destes pontos básicos, a montar seus próprios aparelhos, formando grupos de estudo e dando continuidade às suas descobertas. As aulas foram dadas a pré-adolescentes de 11 a 14 anos ( quinta à oitava série do primeiro grau).

O trabalho foi dividido em duas etapas, as quais foram executadas em duas cidades distintas: Londrina, uma cidade das dimensões de algumas capitais; e Grandes Rios, cidade muito pequena quando comparada com a primeira ( ambas do interior paranaense ). Isto resulta em realidades muito diferentes e por vezes conflitantes.

A primeira parte do trabalho foi a pesquisa de campo buscando as informações da realidade dos pré-adolescentes e as noções que possuem da ciência astronômica. A segunda etapa foi, a partir dos dados da primeira, montar uma maneira prática de construir o astrolábio, numa linguagem adequada aos pré-adolescentes.

Como objetivo final, desejamos aproximar e divulgar de um modo simples a esta faixa etária, o estudo de astronomia, independente de sua realidade cotidiana.

## DESENVOLVIMENTO

Trabalhamos com a hipótese de que estudantes de grandes centros urbanos detêm uma quantidade maior de informações de astronomia do que estudantes de pequenos centros, mesmo sendo a disciplina apresentada dentro de uma mesma programação.

Para os estudantes de pequenos centros como Grandes Rios, o acesso às informações sobre astronomia via rádio, jornal, televisão, palestra a comunidade, planetário, clubes ou grupos de astronomia amadora, vídeos e softs explicativos, etc, é muito menor comparada aos grandes centros, sem contar que a realidade sócio-econômica-cultural dos primeiros, baseia-se na agricultura, onde normalmente o estudante reside na zona rural. Geralmente eles desenvolvem atividades ligadas ao campo a tal ponto de comprometer total ou em parte, sua dedicação escolar.

Diante disto, elaboramos questões básicas a respeito de astronomia onde num total de 83 estudantes foram consultados. Os resultados mostram a validade da hipótese (ver resultados no texto abaixo) via o número de acertos que os pré-adolescentes de ambas localidades obtiveram.

Com estes resultados entendemos que a complementação deste ensino é primordial e que o astrolábio, instrumento simples, que nos dá as horas do dia e a atual estação do ano, pode a princípio ser uma boa sugestão para despertar a curiosidade, tanto dos mestres quanto dos alunos.

Acreditamos que, embora seja preciso muito mais instrumentos didáticos para o ensino de astronomia, o astrolábio, devido aos seus conceitos básicos, pode ser um bom introdutor da disciplina nos primeiros passos do ensino básico.

## RESULTADOS

Número de acertos em porcentagem:

Estes resultados têm como fonte alunos de quinta a oitava série do primeiro grau da rede estadual do Paraná nos municípios de Londrina (IEEL.) e Grandes Rios (CECG.Lunardelli).

- (a) **Você sabe o que são pontos cardeais?**  
Londrina 100%    Grandes Rios 95,3%
- (b) **Em qual deles o sol se põe?**  
Londrina 60%    Grandes Rios 25,5%
- (c) **Quais são as estações do ano?**  
Londrina 100%    Grandes Rios 93%
- (d) **De que forma você explicaria o movimento das estrelas?**

|     |  |     |              |       |
|-----|--|-----|--------------|-------|
|     | Londrina   | 60% | Grandes Rios | 37,2% |
| (e) | <b>Na posição de zênite, que horas o relógio registra?</b> |     |              |       |
|     | Londrina   | 95% | Grandes Rios | 69,7% |
| (f) | <b>Você conhece a ciência que estuda estes assuntos?</b>   |     |              |       |
|     | Londrina   | 85% | Grandes Rios | 51,1% |

## CONCLUSÃO

Um aspecto muito interessante, o qual não foi levado em conta na pesquisa, mas surgiu naturalmente durante o contato com os alunos, é que apesar do pouco conhecimento técnico de astronomia, na cidade pequena, o hábito de se olhar para o céu noturno fica mais evidenciado do que na cidade grande, isto pela natural ausência de luz nos pequenos centros, mostrando um céu muito mais exuberante, tornando-se assim um fator natural de atração ao "desconhecido".

Apesar disto, constatou-se pelos resultados da pesquisa, que em grandes centros urbanos, os estudantes de uma forma geral se mostram com um maior número de informações adquiridas do que o estudantes de pequenos centros.

Evidente que este fato deve-se, e muito, à questão da estrutura socioeconômica-cultural. Outro fator predominante, é a preparação do docente, que embora se mostre muito receptivo a novos conhecimentos, sente a falta de material didático teórico e prático e até mesmo do próprio contato com o elemento humano especializado no assunto, que lhes daria subsídios para suas aulas.

## REFERÊNCIAS

- 01- Trevisan, R.H. notas de aula, Disciplina Astrofísica Geral, UEL, Londrina, 1994.
- 02- Notas de seminário de História Antiga (Adevair de Souza), UEL, Londrina, 1994.
- 03- Mourão, R.R.F.; Alves, E.P.A. Leitura do Céu / revista Superinteressante, Edição Especial, 1989.
- 04- Currículo Básico para a Escola Pública do Paraná, Curitiba, 1990.
- 05- Verdet, J.P. Uma História da Astronomia. Edit. Jorge Zahar, 1991.

---

### 7. Modelo de Apostila a Ser Utilizada no Ensino de Astronomia a Nível Básico.

Makler, M. e equipe

---

Nós acreditamos que o ensino da astronomia seja essencial no 1º e 2º graus, e por isso temos desenvolvido ampla atividade nesta área. Demos cursos de astronomia básica em várias escolas da rede pública; montamos exposições de astronomia em escolas e em eventos, como por exemplo a Feira da Providência (dezembro de 1991 no Riocentro), e o X SNEF; e ministramos cursos de "reciclagem" de professores. Percebemos ao longo do nosso trabalho um grande interesse por parte de alunos e

professores, mas nos deparamos com um grande problema: a escassez de livros textos sobre o tema, e o que é muito pior, vários livros estão simplesmente errados!

É claro que a nossa ambição não é escrever uma vasta bibliografia sobre o assunto. Estamos simplesmente desenvolvendo um material que se adapte ao atual sistema de ensino e à realidade brasileira, mas que ao mesmo tempo apresenta uma abordagem bem diferente da que é comumente seguida nesta área. Nossa idéia fundamental é que o ensino de astronomia (como o de qualquer ciência) deve estar intimamente ligado à experiência. Isto pode parecer difícil já que estamos lidando com escalas de distâncias imensas, porém ocorre exatamente o contrário: os modelos dos movimentos da Terra, por exemplo, podem ser investigados através de observações quotidianas simples, como o movimento do Sol no céu, ou a variação do horário e local do poente ao longo do ano. Nós cremos também que o professor não deva apresentar os conceitos já "prontos" aos alunos, deve haver uma discussão (precedida de experiências comentadas) entorno dos possíveis modelos sugeridos pelos alunos e a suas relações com o que é observado.

A idéia é que a apostila contenha o material essencial para auxiliar o professor em suas discussões na sala de aula, dando uma revisão sobre o tema (talvez para alguns isso seja uma introdução ao tema), propondo experiências de observação do céu (pode ser de dia) e construção de modelos simples, e sugerindo questões para serem levantadas em sala de aula; constituindo uma espécie de roteiro. Para o aluno seria fornecida uma segunda apostila em fascículos (um por aula) para que possam rever a matéria discutida anteriormente.

Os modelos de universo evoluíram à medida que o Homem foi adquirindo conhecimento e aprimorando as observações. É exatamente esse processo que esperamos que aconteça com o aluno: supomos que ele não tem nenhum conhecimento adquirido sobre o assunto e, que à medida das aulas ele vai elaborando seus conceitos, e aprendendo a observar os fenômenos celestes. Por isso decidimos seguir em várias partes do texto o desenvolvimento histórico, já que muitas vezes se assemelha ao processo de aprendizado. Porém nem sempre é oportuno fazer isto, pois a evolução dos conceitos esteve muitas vezes atrelada às religiões e crenças, o que não queremos que aconteça no ensino. Salientamos que o projeto está numa fase preliminar, constituindo simplesmente um modelo que poderá ser discutido com os interessados para um intercâmbio de idéias e informações. Essa apostila destina-se principalmente ao ensino primário, mas o mesmo método pode ser adotado no 2º grau simplesmente mudando-se o conteúdo.

Apresentamos no painel os dois primeiros capítulos que versam sobre a forma da Terra e a queda dos corpos (além do prefácio e da introdução, que apresentam o método sugerido e discutem a importância do ensino de astronomia). No primeiro capítulo discute-se a forma da Terra, apresentando-se vários argumentos que levaram a acreditar que ela é redonda. Explicamos a experiência de Eratóstenes, e para isso apresentamos uma discussão sobre sombras e raios luminosos. Damos ênfase à discussão de conceitos "destorcidos" como o de que a Terra é periforme, ou de que o

achatamento é tão apreciável que pode ser visto num desenho. No final deste capítulo apresentamos uma sugestão de roteiro da aula, com questões e experiências para serem realizadas durante a esta aula.

No segundo capítulo "A queda dos corpos" discutimos alguns conceitos de gravitação, como por exemplo de que todos as coisas são atraídas pela Terra, e que caem com a mesma aceleração. Discutimos também as trajetórias de objetos lançados da Terra, e daí concluímos a possibilidade de algo girar entorno da Terra "sempre caindo". Também tratamos dos conceitos de "em cima" e "embaixo". Salientamos que a queda dos corpos nada tem a ver com a pressão atmosférica, como muitos acreditam. Novamente no "roteiro" sugerimos mais experiências e questões.

---

## 8. O Ensino de Astronomia e a Relação do Ser Humano com a Realidade.

Jafelice, L.C.

---

### RESUMO

É apresentada e discutida uma proposta de curso de atualização em astronomia, astrofísica, cosmologia e temas associados a estes, no qual a linha mestra é a história da humanidade. O curso destina-se, em princípio, a professores de 1º grau, mas a proposta metodológica certamente também se aplica ao ensino de 2º e 3º graus e sobretudo à educação de adultos. A abordagem adotada está pautada na construção do conhecimento a partir dos conteúdos espontâneos que os professores (e seus alunos) trazem consigo sobre esses assuntos e o enfoque é centrado no ser humano e não na ênfase de aspectos técnicos ou cientificistas. Neste trabalho propomos o processo de recapitulação filogenética como fundamento básico de uma metodologia de ensino. A partir da história da vida sobre a Terra e, em particular, da história da humanidade vai-se destacando aspectos relevantes concernentes à astronomia e às ciências em geral. Interessa-nos uma recuperação do significado de contato com a realidade e de representação da mesma, neste sentido revisitando a relação entre mito e ciência, e não a apresentação da ciência como a representação soberana de alguma suposta realidade objetiva. Tal curso tem se desenvolvido através de encontros regulares com os professores. Nestes encontros aqueles temas são tratados visando sempre não apenas sua conceituação teórica como também a vivência de práticas didático-pedagógicas e a construção de materiais instrucionais que auxiliem o professor em sala de aula. Particular atenção é dada ao caráter lúdico na relação professor/aluno e a abordagens que priorizem raciocínios analógicos e não exclusivamente lógico-dedutivos como normalmente se enfatiza. É também nosso objetivo que as práticas vivenciadas sejam aplicadas imediatamente em sala de aula. Neste sentido, fazemos também um acompanhamento direto com os alunos dos professores que participam desse curso.

### Descrição sucinta da proposta

## Painéis

Nesta experiência **não** temos como objetivo principal ensinar astronomia nem nenhum conteúdo específico.

Um dos objetivos é explorar o grande vazio criado no ser humano quando a ciência vem substituir o mito.

O que nos importa não é física, nem astronomia, ou biologia, o que for (por mais agradáveis ou importantes que esses assuntos possam ser).

### **O que importa é o ser humano.**

Se aqueles assuntos são necessários para sua grandeza e felicidade, não devem vir às custas de uma violentação de si mesmo em nenhum sentido.

Nesta experiência desenvolvemos um curso centrado no ser humano nesse sentido maior, de entidade física e psíquica com certas estruturas e história próprias.

Exploramos o pressuposto de que um ser humano que esteja bem consigo mesmo aprende melhor qualquer coisa, o que quiser, o que precisar.

Há também o pressuposto de que não dá para se ir com consistência e integração muito para fora (i.e., conhecer leis da natureza, etc) sem se ir muito para dentro (i.e., conhecer-se a si mesmo) ao mesmo tempo.

### **O que é “dentro”?**

No contexto aqui, é o inconsciente coletivo. A reapropriação daquilo que é humano, ancestral, a memória da raça humana.

É como se este curso propusesse uma espécie de terapia cognitiva.

Aquele “estar bem consigo mesmo” dito acima significa “bem” do ponto de vista psicológico, significa equilíbrio psíquico.

Equilíbrio psíquico significa boa interação com as fontes das energias psíquicas, que estão no inconsciente coletivo.

A idéia, portanto, é propiciar circunstâncias e situações que estimulem e favoreçam que a pessoa **vivencie** o contato com tais energias.

Estabelecer contato com o interior, caminhos que possibilitem esse percurso de modo mais fluido, facilitando a tão necessária revivência de etapas da “recapitulação filogenética” que foram atropeladas e suprimidas de sua vivência saudável.

### **Quais são as práticas?**

Alguns exemplos: lascar pedras, trabalhar potes de argila, encenar rituais, dançar, passear pelo campo, integrar-se a aspectos culturais regionais, etc.

Pode parecer estranho, e certamente é incomum, mas o aprendizado de astronomia, por exemplo, (mas poderia ser de matemática, física, etc) acaba sendo favorecido através de práticas desse tipo, desde que orientadas e estruturadas para a finalidade almejada.

A presente experiência está em andamento com um grupo de professores do 1º grau da Escola Municipal Djalma Maranhão, em Natal (RN). Ela está sendo realizada há vários meses e prosseguirá por mais alguns meses. Tal proposta deverá sofrer várias modificações em aplicações futuras.

---

### **9. Observando um Eclipse Solar: a Construção da Astronomia para o Ensino da Física. Pereira, O.S.**

---

No dia 3 de novembro de 1994 ocorreu o último eclipse solar total do século visível em território brasileiro. A sombra da Lua projetada sobre a Terra atravessou a América do Sul, iniciando no Oceano Pacífico a oeste e terminando no Oceano Atlântico a leste. O eclipse solar total pôde ser observado dentro de uma faixa de 200 km aproximadamente que atravessou todo o estado de Santa Catarina e parte do sudoeste do Paraná. Em vista de fenômeno cósmico tão raro e belo, organizamos uma campanha observacional para a cidade de Curitiba, norte de Santa Catarina. Dela participaram quatro estudantes de 1ª série do 2º grau do Colégio Arquidiocesano de São Paulo, dois professores de Física (incluindo o autor), e cinco astrônomos amadores membros da SAAD - Sociedade de Astronomia e Astrofísica de Diadema. Sob a orientação do prof. Dr. Oscar Matsuura, coordenador da Comissão Executiva da Sociedade Astronômica Brasileira e da REA - Rede de Astronomia Observacional, elaboramos um projeto de trabalho, que consistiu em:

- campanha de esclarecimento da população do Grande ABC (São Paulo) e dos estudantes do colégio quanto à ocorrência do evento e quanto aos cuidados necessários para a observação;
- cronometragem dos instantes críticos do eclipse;
- registro fotográfico das fases parcial e total;
- registro da temperatura e da umidade relativa do ar;
- registro em vídeo do eclipse.

Trezentos alunos que permaneceram no colégio assistiram a um audiovisual sobre eclipses, aproveitando que estavam estudando ótica geométrica em agosto de 1994. Os resultados da observação foram satisfatórios, uma vez que as condições meteorológicas, tanto em São Paulo, como em Santa Catarina, foram favoráveis. Na semana seguinte ao eclipse foi aplicado um questionário que nos permitiu verificar a eficiência dos meios de comunicação na divulgação da efeméride, que cuidados os alunos tomaram efetivamente para a observação do eclipse, que importância eles viram no evento e qual relação ele tinha com os conteúdos estudados em Física.

---

**10. As Atividades do Observatório Astronômico de Diadema.** Pereira, O.S.; Barros, M.P.

---

Existem no Brasil, vários observatórios astronômicos que se dedicam à divulgação da Astronomia, seja em tempo parcial ou total. Os cursos de Física, em todos os seus níveis de ensino, já vêm se utilizando dessas instituições para aprofundar o estudo de tópicos da Física. O Observatório Astronômico Municipal de Diadema (OAD) foi inaugurado em 19 de dezembro de 1992, através de um convênio entre a Prefeitura de Diadema e a SAAD, com o objetivo de estimular o estudo e a divulgação da Astronomia. Hoje, o OAD conta com um telescópio MEADE dos USA de 400 mm, com foco newtoniano de 1600 mm que está instalado numa cúpula alemã de 5 metros de diâmetro instalada numa torre de 9 metros de altura a uma altitude de 1230 metros, próximo à Serra do Mar, no município de Diadema, Grande São Paulo. O OAD integra um dos doze centros culturais da cidade, mantidos pela prefeitura. Assim, dispõe também de auditório, sala de aula, secretaria, hall de exposições, biblioteca, cozinha, serviço de limpeza e segurança. Nos dois anos de funcionamento, o OAD recebeu mais de três mil visitantes. Promoveu cursos, palestras, exposições, sessões de observação do céu, debates e campanhas especiais para observação de efemérides astronômicas (eclipses lunares e solares, oposições planetárias, passagens de cometas, chuvas de meteoros). Além disso, também dá assessoria a professores e estudantes nas suas atividades escolares e atende frequentemente à imprensa para auxiliar no esclarecimento da população quanto aos acontecimentos cósmicos.

---

**11. Os Estudantes Querem Física Nuclear e Raios Cósmicos?** Pereira, O.S.

---

Mais de três mil estudantes de escolas públicas e particulares de 2º grau da região metropolitana da Grande São Paulo visitaram uma série de 50 painéis científicos ilustrativos sobre Física Nuclear e Raios Cósmicos. Esses painéis fazem parte de três conjuntos de exposições itinerantes produzidas pelo Programa Ciência Educação do Instituto de Física da USP, coordenado pelo prof. Dr. E. W. Hamburger com o objetivo de divulgar a Física entre estudantes e leigos de todas as idades. Os painéis ilustram de forma detalhada todo o desenvolvimento da Física Nuclear, das pesquisas em raios cósmicos no Brasil e no exterior, a descoberta do méson pi pelo físico César Lattes e dos chuveiros penetrantes na radiação cósmica pelos físicos Gleb Wataghin, Marcelo Damy e Aulus Pompéia nas décadas de trinta e quarenta. Após a visitação, os estudantes responderam a um questionário e, em algumas escolas, assistiram a uma palestra sobre o assunto da exposição. A análise desses questionários nos permitiram verificar o nível de informação desses alunos quanto aos de Física Moderna e Contemporânea, o que puderam aprender visitando as exposições, que importância viam nas pesquisas realizadas em Física Nuclear e que relação eles fazem entre o assunto das exposições e o que estudam na escola.

SESSÃO A2: Ensino de Física no 3º Grau

Coordenador: Sérgio Arruda

---

1. O Problema da Plausibilidade da Teoria da Relatividade Especial e suas Consequências para o Ensino. Arruda, S.M.; Villani, A.

---

## INTRODUÇÃO

Resultados de pesquisas que procuram avaliar a aprendizagem dos estudantes em conteúdos relacionados à Teoria da Relatividade Especial, revelam que embora eles não apresentem inicialmente grandes dificuldades com a utilização e compreensão de seus conceitos básicos, demonstram uma resistência em relação à aceitação das conseqüências mais contraintuitivas e dos postulados da teoria, principalmente o da invariância da velocidade da luz e uma retenção muito limitada de sua aprendizagem (Posner et al, 1982; Villani e Pacca, 1990; Gil e Solbes, 1993; Arruda, 1994). Em termos do Modelo de Mudança Conceitual de Posner e outros (Posner et al, 1982), poderíamos dizer que os conceitos da Relatividade podem ser inteligíveis mas não são em geral plausíveis a estudantes, mesmo de 3º grau.

Nós estamos particularmente interessados no problema da plausibilidade em relação a conceitos da relatividade, em especial o postulado da luz, encontrados em alunos de graduação em Física.

O postulado da luz é formado pelo conjunto das seguintes proposições, que valem para todos os referenciais inerciais:

- a luz se propaga no vácuo com velocidade constante, independentemente do movimento do observador ou da fonte
- o valor da velocidade da luz no vácuo é igual a  $c$ , ou seja,  $3.10^8$  m/s;
- a velocidade da luz é a velocidade limite de propagação de sinais físicos.

## Algumas concepções de estudantes de graduação sobre conceitos da Relatividade

Problemas com a plausibilidade do postulado da luz foram observados em alunos da graduação em Física da Universidade Estadual de Londrina (5º período). Os alunos estavam cursando a primeira disciplina de Física Moderna do bacharelado e tinham acabado de ter 8 aulas de introdução à Relatividade (Eisberg-Resnick, 1979, apêndice A). A observação foi feita com base num questionário e em entrevistas com 3 alunos (gravadas em vídeo) através das quais pudemos fazer um levantamento preliminar sobre as dificuldades em aceitar o postulado da luz. A entrevista também acabou tocando em outras questões interessantes relacionadas à compreensão de outros conceitos da Física Moderna.

Em relação aos alunos entrevistados, pudemos observar que eles sentem dificuldade em aceitar a idéia que a luz se move em relação a qualquer referencial inercial sempre com a mesma velocidade, o que leva a uma compreensão distorcida

do postulado da luz. As indicações sobre essa visão dos alunos foram levantadas através de duas questões que envolviam o uso da adição de velocidades:

**Q1.** Suponha que você está se movimentando para a esquerda, com velocidade igual a  $0,6c$  em relação a um referencial em repouso, e emite luz (ou fótons) na direção oposta dando uma “piscada” numa lanterna. Com que velocidade você veria a luz saindo da lanterna?

**Q2.** Pela teoria de Maxwell, a luz é uma onda eletromagnética sempre em movimento no éter (ou no vácuo) com velocidade constante. Suponha que alguém emite luz com uma lanterna e você sai correndo atrás do feixe até atingir a velocidade da luz. Você acha que seria possível observar uma onda eletromagnética em repouso?

FER, 22, por exemplo, respondendo a Q1 diz: “Eu entendo que a velocidade da luz é constante independente do referencial, do movimento do referencial. Eu veria ele [o fóton] com velocidade  $c$ . A partir do momento que eu to indo para cá [para a esquerda] com  $0,6c$  e sairia o fóton para lá [para a direita] com  $c$ , eu pegaria a velocidade  $c + 0,6c$ . Só que a velocidade da luz, pelo que a gente aprendeu, é a velocidade limite do universo. Então eu não conseguiria visualizar uma velocidade maior.” Para o caso em que tanto o fóton como ele se movimentam para o mesmo lado, ele responde: “Já para cá [o fóton emitido para a esquerda], eu estaria trabalhando menos da velocidade limite, então eu acreditaria que ele estaria a  $0,4c$ .”

Em relação à questão Q2, ele responde que “veria uma onda parada”, fazendo uma analogia com “dois carros em movimento um ao lado do outro andando à mesma velocidade”, a partir do que se desenvolve o seguinte diálogo:

S (Sergio): “Veria a luz parada?”

F: “Isso”

S: “Mas a luz não anda sempre com velocidade  $c$ ?”

F: “ $c$ . É. Digo, assim pelo referencial. Mas se algum outro observador, digamos vendo, veria tanto eu como a luz com velocidade  $c$ . Para mim não. Para mim ela estaria...”

S: “Congelada?”

F: “Congelada. Lado a lado com ela, eu teria atingido a velocidade dela. Andando à mesma velocidade dela eu estaria vendo, acredito, ela parada. Como se ela estivesse parada.”

Posteriormente na entrevista, a questão foi retomada. Conversávamos sobre a natureza corpuscular e a ondulatória da luz. Ele entendia a luz como formada por duas coisas diferentes, “o fóton e a onda”, sendo que o movimento do fóton cria a onda. Foi perguntado então se ele, movimentando-se com a mesma velocidade do fóton e vendo-o em repouso, conforme ele havia respondido anteriormente, veria ou não uma onda?

F: “Não eu conseguiria ver o fóton e a onda, porque para mim o fóton estaria em repouso, mas ele tem uma certa velocidade, né. Essa velocidade criaria essa onda. Só se o fóton tivesse velocidade zero.”

S: “Mas o fóton tem sempre uma certa velocidade?”

F: “Sempre está na velocidade  $c$ .”

S: “Agora em relação a você...”

F: “Ele está parado em relação ao meu referencial. Mas não em relação a um referencial em repouso.”

S: “Então tem um referencial absoluto, em relação ao qual o fóton anda com velocidade  $c$ ? Como fica o postulado da luz?”

F: “Vai contra o segundo postulado. Isso aí eu não consigo aceitar no 2º postulado. Se eu conseguir atingir a mesma velocidade que ele [o fóton], como ele poderia estar parado?”

O conjunto das concepções de FER a respeito do postulado da luz parece ser o seguinte: ele aceita apenas a idéia de velocidade limite; mantém um referencial absoluto em relação ao qual a luz se move sempre com velocidade  $c$ ; em relação a um referencial móvel vale a lei de adição de velocidades de Galileo. O problema de FER é mais um problema de plausibilidade do postulado da luz de que de inteligibilidade. Ele entende o princípio em linhas gerais e sabe usá-lo, mas não aceita suas implicações com relação à adição de velocidades porque se choca com as suas concepções.

O problema de TER, 25, com o PL parece ser o mesmo que o de FER. Ele não aceita o postulado porque não consegue imaginar como mediria sempre a velocidade da luz como  $c$ : “minha cabeça se recusa a aceitar essa idéia; fica esquisito”, ele diz. “O PL contradiz alguma idéia sua?”, é perguntado. “Contradiz...a medição de velocidades.” O terceiro entrevistado, JOS, 22, também tem dificuldades em aceitar a adição de velocidade relativística e também demonstrou clareza, com relação à questão Q1, na separação entre a resposta relativística e a sua resposta.

As entrevistas parecem indicar também que a distância entre os conceitos da física moderna e a realidade ou a experiência imediata é uma das principais dificuldades para o aprendizado significativo desses conteúdos. Um dos entrevistados (JOS) chegou a quantificar essa dificuldade: 30% para a parte de contas e 70% para os conceitos. Um outro aluno (TER) sugere que o curso de Estrutura da Matéria deveria ser relacionado aos cursos anteriores de física básica, para que “o choque não fosse tão grande.”

### Considerações finais

Como as entrevistas indicam, o ensino de física, usualmente baseado nos manuais, não está voltado a prover o aluno com argumentos sólidos que justifiquem a

sua crença nas principais teorias científicas que ele deverá usar. As concepções espontâneas, ao contrário das científicas, estão profundamente enraizadas ou “entrincheiradas” na ecologia conceitual do estudante, ou seja, eles têm uma grande quantidade de evidências que as suportam e elas são usadas para diversas explicações em vários domínios (Chinn e Brewer, 1993). Em outras palavras, elas são altamente plausíveis e férteis. Muitos conceitos científicos, ao contrário, como os conceitos da física moderna, encontram-se fracamente ligados às idéias prévias dos alunos. Talvez por serem “difíceis de trazer para a realidade”, ou por não terem sido abordados durante o curso, ou terem sido abordados “superficialmente”, como sugeriu um dos alunos entrevistados. Seja como for, o estudo realizado nesse trabalho nos leva a concluir que qualquer estratégia de ensino para ser adequada a tais conteúdos deve buscar argumentos consistentes no sentido de diminuir o *status* dos conceitos existentes e aumentar o *status* dos novos conceitos, como na estratégia delineada por Hewson (Hewson, 1981), focalizando em particular o aumento/diminuição da plausibilidade das novas/velhas concepções. A história da ciência, por exemplo, poderia ser uma fonte de bons argumentos, desde que sejam inteligíveis para o aluno, como discutimos em trabalho recente (Arruda e Villani, 1984).

## Referências

- Arruda, S. M. (1994). *Mudança Conceitual na Teoria da Relatividade Especial*. Dissertação de Mestrado. IFUSP e FEUSP.
- Arruda, S. M. e Villani, A. (1994). Contribuições da História da Ciência ao Ensino da Relatividade. *IV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Resumos, 46-49.
- Chinn, C. A. e Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical framework and implications for science instructions. *Rev. Educ. Res.*, vol 63, nº 1, 1-49.
- Eisberg, R. e Resnick, R. (1979). *Física Quântica*. Rio de Janeiro: Ed. Campus.
- Gil, D. e Solbes, J. (1993). The introduction of Modern Physics: overcoming a deformed vision of science. *Int. J. Sci. Educ.*, vol. 31, 255-260.
- Hewson, P. W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *Eur. J. Sci. Educ.*, vol 3, 4, 383-396.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. e Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Sci. Educ.* 66(2):211-227.
- Villani, A. e Pacca, J. L. A. (1990). Spontaneous reasoning of graduate students. *Int. J. Sci. Educ.*, vol.12(5), 55-65.

---

## 2. Relações entre Quantum e Relatividade em 1905. Arruda,S.M.; Villani,A.

---

Se olharmos para a história do desenvolvimento da Teoria da Relatividade Especial (TRE), podemos ver que a compreensão e aceitação da teoria não foi

imediate. As principais resistências apresentadas pela comunidade à plena aceitação da teoria foram a sua aderência à visão eletromagnética, em especial à hipótese do éter e a dificuldade em aceitar a radical modificação nos conceitos de espaço e tempo. Podemos dizer que entre 1905 e 1911, Einstein era praticamente a única pessoa a quem a TRE fazia sentido. Um estudo histórico do período revela que as mútuas relações e implicações entre a teoria do quantum de luz e a TRE forneceram a Einstein os principais argumentos para a sustentação da Relatividade e suas paradoxais consequências. Nesse trabalho nós procuramos explicitar esses argumentos e evidenciar a coerência interna e unidade entre essas duas contribuições fundamentais de Einstein à Física Moderna. Em consequência, a revolução operada por Einstein em 1905 pode ser vista não apenas como uma modificação nos conceitos de tempo e espaço, mas como uma *seqüência interligada de mudanças conceituais* em idéias centrais da Física do final do século XIX. Como argumentado em trabalho recente, essa análise histórica poderia ser fecunda em questões, indícios e sugestões para explicar as dificuldades e melhorar o ensino da Relatividade no segundo e no terceiro graus (Arruda e Villani, 1994)

---

### 3. Pacote Computacional para a Análise de Dados de Crescimento Bridgman de Cristais Binários. Noronha, E.B.; Fabbri, M.

---

Descrevemos um trabalho de Iniciação Científica, em andamento, que consiste em organizar e implementar um pacote computacional para a análise de dados de crescimento de cristais para dispositivos eletro-ópticos de infravermelho. Este pacote será utilizado para a análise e otimização dos processos em laboratório: perfis composicionais, de temperatura e velocidade do forno, e métodos de regressão para a recuperação de constantes físicas do material e da dinâmica de crescimento/interfaces. O principal objetivo é construir e documentar um pequeno software para gerenciamento dos dados, e para a manipulação das rotinas de regressão, com interface amigável ao usuário.

Neste trabalho, oferecemos, primeiramente, uma introdução aos processos básicos de crescimento de macrocristais, com ênfase em crescimento Bridgman e por fase mista de vapor, e, em seguida, aos métodos computacionais tradicionalmente utilizados na simulação dos fenômenos de transporte envolvidos, bem como um estudo mais aprofundado sobre a seleção e análise dos dados experimentais. A interface computacional é desenvolvida utilizando programação Pascal por objetos em micros PC, com rotinas do kit Object Windows da Borland. Não se pretende aqui obter um pacote profissional, mas sim uma interface amigável que seja pequena, e de uso simples por pesquisadores e alunos, na área.

Este software será extensivamente utilizado na investigação de dados provenientes de crescimentos reais em laboratórios do INPE e do exterior, visando a sistematização e a conseqüente compreensão do que realmente pode ser feito em crescimento Bridgman sob diversas condições externas (campos eletromagnéticos e

dos utilitários em uma nova *óptica* para observação do mundo físico que constroem e que construíram na sua vida futura.

A possibilidade da dúvida e crítica faz com que o aluno seja mais interativo frente ao conhecimento representado pelos fenômenos físicos, suas causas e modelos que tentam explicá-los, sem uma implacável ditadura de conteúdos da qual o estudante se sente espectador distante. Esta interação pode tornar o processo mais interessante, atraente e eficiente para o aluno e para o professor.

---

### 5. Como se Representa um Fato Científico no Eletromagnetismo de Maxwell? Silva Jr., W.M.

---

Analisa-se os Teoremas de Unicidade (e suas condições de validade) para soluções das Equações de Maxwell como representações teóricas dos fatos eletromagnéticos serem científicos.

Aplica-se tal análise a exemplos na Eletrostática e a Circuitos de Corrente Elétrica Constante. Estuda-se desvios na reprodutibilidade do fato científico relacionados a incertezas nas condições de validade dos teoremas.

Examina-se as condições de validade destes teoremas para a Radiação Eletromagnética tanto em Domínios Limitados Abertos (onde não vale a Segunda Lei da Termodinâmica) quanto em Volume Infinitos (Condição de Radiação de Sommerfeld). Estuda-se as relações entre Unicidade e Causalidade para a radiação eletromagnética nos casos citados acima.

Verifica-se a existência de outras condições de validade para a unicidade nos sistemas físicos eletromagnéticos.

---

### 6. Relatividad Restringida: Un Desarrollo para Enseñanza Media. Santilli, H.B.

---

#### RESUMEN

Al desarrollar los conceptos relativistas experimenté un cambio en mi estructura de pensamiento, pude reelaborar mis ideas en Física con otra seguridad, con otra perspectiva. Tuve una visión más amplia, más completa; relacioné los distintos campos de la misma, apuntando a conceptos sin recurrir a relaciones matemáticas entre ellos.

Busqué un cambio similar en los alumnos de la escuela media. Decidí trabajar con aquellos que tuvieran una formación elemental en mecánica clásica y abordar el tema Teoría de la Relatividad Restringida.

La técnica de trabajo que elegí fue el taller, que permite graduar los tiempos de reflexión, logrando de esta manera, mantener la atención de los estudiantes durante el desarrollo de tan arduo tema. Esperaba un cambio importante en ellos, nunca me imaginé su magnitud.

## INTRODUCCION

Existe entre los adolescentes una gran inquietud sobre este tema sumada a un cierto desprecio por la Mecánica Clásica. Muchas veces ellos piensan que carece de sentido aprender como oscila un péndulo o que le sucede a un cuerpo en un plano inclinado, desde el momento que Einstein afirma que, al fin y al cabo, todo es relativo.

Este trabajo fue pensado para alumnos con conocimientos elementales de Mecánica y que hayan alcanzado un mínimo de madurez intelectual que les permita analizar textos, a veces, complicados.

## EL CAMINO RECORRIDO

Dada la dificultad que presenta este desafío elegí la técnica de trabajo de taller pues permite a los alumnos avanzar a su propio ritmo y al docente graduar las actividades y adaptarlas a las posibilidades reales de sus alumnos. La evaluación fue permanente utilizando técnicas variadas.

Entre la actividades propuestas para el desarrollo del tema y/o su evaluación figuran:

- Uso de guía de trabajo con los textos adecuados para el desarrollo del taller. (\*)
- Video debate.
- Discusión de textos. (Libros, artículos científicos y los incluidos en la guía elaborados por el docente.)
- Análisis y/o redacción de poemas, cuentos y relatos adecuados. Esto se debe a la dificultad de visualizar en la Tierra los efectos relativistas.
- Resolución de problemas y/o cuestionarios.
- Uso de distintas técnicas didácticas: redes conceptuales, dinámicas grupales, monografías, redacción de informes, etc.

(\*) En nuestro caso la guía de trabajo incluyó:

- Motivación: Análisis de un poema
- Antecedentes históricos: Para su evaluación cada grupo de alumnos construyó una red conceptual.
- Análisis de la Transformada de Galileo y sus aplicaciones. Para establecer convenientemente el marco teórico que van a abandonar, es bueno utilizar algún texto más riguroso que los usados en secundario pero accesible a los jóvenes. Nosotros trabajamos "El umbral de la Relatividad", A.Maiztegui, Córdoba, 1987. También realizamos un video debate sobre sistemas inerciales y no inerciales.
- Teoría de la Relatividad Restringida: Análisis y discusión del texto, especialmente elaborado, trabajando en pequeños grupos o clase completa según las necesidades. Analisis del cuento de Gamow "Velocidad Máxima" y del poema utilizado como motivación. A modo de

cierre los alumnos realizaron trabajos monográficos sobre el tema y su incidencia en el mundo de hoy.

## CAMBIOS QUE SE PUEDEN ESPERAR EN LOS ALUMNOS

- Reconocen la existencia de distintos marcos teóricos (aristotélico, newtoniano, relativista). Esto los hace más rigurosos al resolver problemas, al fijar sistemas de referencia o al discutir la validez de resultados.
- Reenuncian las leyes de Newton teniendo en cuenta el concepto de velocidad límite, la velocidad de la luz.
- Establecen los límites de la mecánica clásica, la revalorizan. Notan que, aún en el siglo XXI, al resolver problemas con velocidades bajas, comparadas con la de la luz, se usan las leyes de Newton y que ésto sucede casi siempre.
- Pueden lograr una visión completa del proceso histórico que sigue la Física desde Aristóteles hasta Einstein. Superar la idea de que en la escuela se enseña la Física del pasado.
- Revalorizan los experimentos pensados, que aunque fueron utilizados desde la antigüedad, quedaron ocultos, por el desarrollo del denominado "método científico". Ratificando la idea que, cualquiera sea el camino elegido para desarrollar los principios de la Física, los experimentos deben validar las teorías. Acá tiene mucha importancia el hecho de que en 1905, era impensable que algún objeto se moviera a una velocidad cercana a la de la luz, o sea que la teoría aparece sólo como una idea, una especulación, sin embargo pudo utilizarse para demostrar algunos fenómenos astronómicos que no podían justificarse usando Newton y tiempo más tarde aplicarse a los aceleradores de partículas.
- Incorporan la idea de "relativo", como dependiendo de un referencial, desechando aquella otra idea intuitiva que afirma que, si al fin y al cabo todo es relativo no vale la pena hacer el esfuerzo de entenderlo.
- Adquieren un nuevo concepto de Ciencia que tiene suficiente flexibilidad como para permitir los cambios, los avances, las nuevas ideas; dejan de verla como cerrada, definitiva, estrictamente mensurable.
- Adquieren cierta madurez intelectual, cierta libertad de pensamiento. Esto se logra fundamentalmente por la lectura y discusión, de escritos de diversos autores, generalmente de mayor rigor y mejor lenguaje científico que los textos habituales del ciclo medio.
- Asimilan a la Física como una unidad, no como compartimientos estancos sino como un todo con partes relacionadas entre sí.
- Desarrollan una actitud crítica, también en otros campos de la Física. Esto lo observé gratamente en la segunda parte del curso en que

trabajamos con los fenómenos ondulatorios en general y especialmente electromagnéticos.

## MOMENTOS INTERESANTES DURANTE EL CURSO

Al analizar el marco teórico que iban a abandonar surgió mi primer descubrimiento: los alumnos no entienden que significa establecer un sistema de referencia. Por ejemplo, si viajan en un auto que avanza hacia el norte a 50 km/h y otro auto lo hace hacia el sur a 20 km/h rápidamente afirman que ven venir al otro auto a 70 km/h. Sin embargo al preguntarles respecto de que sistema de referencia están midiendo no tienen la menor idea. Algunos atinan a suponer que las primeras velocidades se miden desde tierra pero no se dan cuenta que la tercera se mide desde el auto en que ellos viajan y mucho menos logran pensar que desde el otro auto, la velocidad con que ellos nos ven mover es igual en magnitud y dirección y de sentido opuesto. Si les decimos que el mismo fenómeno se da entre aviones lejos de tierra, nubes o cualquier otro referencial, se resisten a medir todo respecto de alguno de los aviones. Es decir, frente a planteos cinemáticos sencillos, pueden resolverlos, pero no utilizan sistema de referencia alguno o por menos no lo hacen en forma explícita.

Otro momento difícil fue hacer que imaginaran que viajaban a la velocidad de la luz. Estamos acostumbrados a pensar que la luz va más rápido que nosotros, se adelanta. ¿Cómo suponer que algo tan normal como ver nuestra imagen en un espejo, no ocurre si nos movemos a la velocidad de la luz ?

Aceptaron con demasiada facilidad la idea de falta de simultaneidad y el alargamiento de los tiempos al hacer mediciones desde un sistema de referencia impropio, en posteriores aplicaciones quedó demostrado que no lo comprendieron totalmente. En cambio con las longitudes pasó al revés, se rebelaron y discutieron mucho pero el concepto quedó bastante claro.

Cuando analizábamos la relación masa-velocidad sobrevino la peor crisis y nuevamente la dificultad provenía de la Mecánica Clásica. ¿ Qué es la masa ? ¿ Cómo puede aumentar cuando la partícula se mueve más rápido ? Acá fue muy útil confrontar la teoría con la experiencia, ya que aún los legos saben que existen aceleradores de partículas. Comparar datos experimentales con los calculados a partir de la teoría fue tranquilizador. En esta etapa se cumplieron dos aprendizajes fundamentales:

- “La ciencia debe ser flexible.” Por ejemplo, analizar distintas definiciones de masa, desde el empirismo, el operacionalismo, desde Newton o Einstein etc. No fue sencillo, ellos pensaban que si no estaban seguros de algo (concepto de masa, por ejemplo) carecía de sentido utilizarlo.
- “Las experiencias deben confirmar las teorías.” Esto lo aceptaron con mayor facilidad, creo que porque podían hacer cuentas. Durante todo el curso pude verificar que aceptaban rápidamente lo que podían calcular aunque no lo comprendieran.

La última sorpresa fue al discutir sobre la energía. Pensé que se iban a interesar mucho, aunque más no fuera con la famosa expresión  $E=mc^2$  pero no fue así, tal vez estaban cansados pues el esfuerzo fue muy grande.

## ALGUNAS REFLEXIONES DE LOS ALUMNOS

Seleccioné algunas conclusiones interesantes que elaboraron los alumnos en trabajos individuales y/o grupales, respeté su redacción, sólo corregí los errores ortográficos.

### M.G.:

- ... También cuando pedaleaba experimentó el fenómeno del aumento de la masa. Es decir, el señor comenzó a pedalear infligiendo una fuerza y aceleración, pero a medida que se acercaba a lo que era en ese mundo la velocidad de la luz, o sea, imposible de superar, cada vez más parte de la fuerza administrada por él se traducía en masa y menos en velocidad hasta llegar al punto de que su masa comenzara a aumentar hasta el infinito y su velocidad no aumente más....

### C.A. y F.S.:

- También pudimos ver experiencias en las cuales no sabíamos si se movía el científico o la pared. En cada caso es muy importante establecer el sistema en el cual nos vamos a basar.  
- Porque se mueve tan rápido que parece que no se moviera y al haber viajado tanto, perdió la noción del tiempo, porque no tiene sistema de referencia.

### C.G.F.:

- Cuando Celeste está sentada en la estación verá a la avioneta muy aplanada, ya que va a mucha velocidad con respecto a la joven.  
- Cuando viaja en el auto blanco la visión de la chica será diferente de las dos anteriores ya que ella está en movimiento con respecto del avión, pero como el avión va muy cercano a la velocidad de la luz la diferencia será despreciable con respecto a la visión que tuvo sentada.  
- Para este mundo ficticio, la velocidad máxima es 2.000 km/h, que en el mundo real equivale a 300.000 km/s, o sea, la velocidad de la luz "c".

### R.C., P.R. y N.I.:

- Como conclusión grupal podríamos afirmar que no hay una trayectoria en sí (es decir una trayectoria que recorra el cuerpo), sino únicamente una trayectoria con respecto a un determinado cuerpo de referencia.

### H.L.:

- ...Los límites de la velocidad habían bajado, por eso las velocidades extremas se veían como si fuesen las que vemos todos los días. Al mismo tiempo sucedían en velocidades bajas las cosas que normalmente suceden con velocidades cercanas a la velocidad de la luz.

Painéis

F.S.:

- ...al ver al ciclista aplanado se trataba de la contracción de los cuerpos en movimiento, por lo cual concluyó diciendo que todo lo que se mueve en relación a si mismo, parece más corto... ..cuando se encontró a la misma altura del joven ciclista y se dió cuenta que era un joven normal y no aplanado. Esto se debía a que en ese momento se encontraban en relación uno con otro.

## EN EL FINAL DEJEMOS UNA PUERTA ABIERTA

Los alumnos se mostraron entusiasmados con la idea y prestaron toda su colaboración, a pesar de ello, superar las dificultades que tenían en mecánica clásica fue largo y trabajoso. Hubo momentos en que pensé que me había equivocado al encarar el tema con adolescentes con escasa preparación en Física, con dificultades en realizar operaciones abstractas y en utilizar una causalidad más compleja. A pesar de mis dudas, encaramos el análisis de la nueva teoría con resultados muy satisfactorios. Es destacable que los logros no se realizaron sólo en los más talentosos, sino que muchos alumnos con poco interés en esta asignatura o con dificultades para desarrollarla, mostraron cambios significativos en la calidad de su razonamiento.

Debería trabajar el tema con otros grupos de alumnos para averiguar si la magnitud de los cambios detectados en esta oportunidad se pueden esperar en otros adolescentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1-Dampier, W.C., 1986, Historia de la Ciencia, Tecnos-España
- 2-Domenech, A., "El concepto de la masa en la Física Clásica: Aspectos históricos y didácticos", Enseñanza de las Ciencias, 1992 10 (2) 223/228.
- 3-Einstein, A., 1982, La Relatividad, Grijalbo-México
- 4-Einstein, A./Infeld, L., 1991, La Física aventura del pensamiento, Losada-Argentina
- 5-Feynman, 1987, Física v I, Addison-Wesley Iberoameric./Méx.
- 6-Gamow, G., 1985, El breviario del Sr. Tompkins Brev.Fdo.de Cult.Económica/México
- 7-Gamow, G., 1966, Gravedad, EUDEBA-Argentina
- 8-Landau, L.D./Lieshitz, E.M., Teoría Clásica de Campos vol. 2 del Curso de Física Teórica, Reverté-Barcelona
- 9-Maiztegui, A., 1987, El Umbral de la Relatividad, Córdoba, Arg.
- 10-Mook, D.E./Vargish, T., 1993, Mc Graw - Hill - España
- 11-Otero, J., "La producción y la comprensión de la Ciencia: La elaboración en el aprendizaje de la Ciencia escolar", Ens. de las Ciencias, 1989, 7 (3) 223/228

- 12- Resnick,R., 1977, Introducción a la Teoría Especial de la Relatividad, LIMUSA - México
- 13-Saltiel,E./Viennot, L., "Que aprendemos de las semejanzas entre ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes?", *Enseñanza de la Ciencias*, 1985 pg. 137/144.
- 14-Schartz, J. /Mc Guines, M., 1985, Einstein pour debutants, La Décourte-París
- 15-Stinner,A,"The teaching of Physics and the contexts of inquiry from Aristotle to Einstein",*Sc.Ed.*,1989, 73(5) 591/605
- 16-Zalamea Godoy, E., "Es la masa una medida de la inercia?", *Enseñanza de las Ciencias*, 1992, 10 (2), 212/215.

## ANEXO I - Motivación

### El viaje quieto o

### Paseo poco riguroso por el espacio tiempo

Nos hemos alejado.

Creo que van por diez generaciones que viajamos.

¿Aún nos moveremos?

Nada se ve.

Dice mi abuelo que su abuelo decía  
que otros vieron pasar a las estrellas  
y luego nada.

Un viaje por el cono de la luz hacia la nada.

Y ahora ¿Qué?

Un gran revuelo, otra nave que pasa

¿Viene ella o voy yo?

lo ignoro, ellos también.

Hacen las mismas cosas que nosotros

mas son más lentos y son más cortos

ellos me hablan

nos ven más cortos,nos ven más lentos

¿Estarán locos?

Pronto se alejan o yo me alejo

nunca sabremos que está pasando

¿Pasará el tiempo?

¿Qué tiempo marcan los relojes del Universo?

¿Habré envejecido en esta nave detenida en el tiempo?

Haydéc

Guía de análisis

Después de leer el poema desarrollen los siguientes items:

- 1) Reconozcan los conceptos físicos mencionados.
- 2) ¿ Por qué la protagonista del poema, después de tan largo viaje, no está segura de moverse ?
- 3) ¿ Por qué frente a una segunda nave, no sabe cuál de las dos se mueve ?
- 4) ¿ Si los viajeros de la otra nave son más lentos, el intervalo de tiempo  $t$  que marcan sus relojes es mayor, menor o igual que el que marca un reloj en la primera nave para el mismo suceso ?
- 5) ¿ Qué idea se repite a lo largo del poema ?
- 6) ¿ Ustedes también piensan que los viajeros están locos ?

## ANEXO II

Resumen del material presentado a los alumnos, parte del cuál fue realizada en forma gráfica, semejante a una historieta, idea tomada del libro de Schwartz (1985) Ref.(14).

### Antecedentes históricos

Para poder comprender las inquietudes que nos presentó el poema iniciaremos un paseo un poco más riguroso por el espacio tiempo, es decir, estudiaremos la Teoría de la Relatividad restringida enunciada por Albert Einstein en 1905.

Empezaremos por analizar algunos hechos que influyeron en el mencionado acontecimiento:

- Algo realmente IMPRESIONANTE, Maxwell propone en 1864 que la luz es un fenómeno electromagnético y además que se desplaza como una onda. De allí surge la necesidad de reimplantar la existencia del "ETER", extraño elemento con propiedades muy peculiares:

- Ocupa todo el espacio.
- Es muy dúctil.
- Es muy rígido.

Todos daban por sentado que era imprescindible la presencia del "ETER" para que la luz pudiera viajar por él, pero ¿ existía realmente ?

Todo el mundo admite que la luz es una forma de interacción eléctrica y magnética pero las personas no comprenden cómo ella se desplaza.

Desde mucho tiempo antes se hablaba de la velocidad de la luz

|      |           |              |
|------|-----------|--------------|
| 1670 | Newton    | instantánea  |
| 1676 | Roemer    | 226.869 km/s |
| 1727 | J.Bradley | 299.648 km/s |
| 1849 | H.Fizeau  | 312.146 km/s |

|        |              |              |
|--------|--------------|--------------|
| 1875   | A.Conu       | 299.917 km/s |
| 1926   | A.Michelson  | 299.726 km/s |
| 1941   | C.D.Anderson | 299.706 km/s |
| actual |              | 300.000 km/s |

En 1887 A.Michelson y E. Morley, intentaron medir la velocidad con que la Tierra se desplazaba respecto del éter, mas a pesar de usar un aparato muy sensible no obtuvieron buenos resultados.

Parecía imposible detectar el movimiento de la Tierra respecto del éter. Repitamos la pregunta ¿ existe el éter ?

En 1895 Albert Einstein irrumpe en el mundo científico en el que:

- Hertz verifica experimentalmente las ecuaciones de Maxwell.
- Marconi introduce el telégrafo sin hilos.
- El éter tiene que existir pero ninguna persona lo encuentra

Albert quisiera comprender como viaja la luz de un lado a otro, como Faraday, prefiere las imágenes simples.

Cuando era pequeño, se preguntaba ¿cómo la aguja de la brújula apunta al polo norte si no puede tocarlo?

¿Cómo se transmiten los efectos eléctricos o magnéticos o los electromagnéticos de un punto a otro?

Entonces Albert intenta obtener una imagen simple del funcionamiento de la luz.

Yo me pregunto ¿qué le sucedería a la luz, si yo viajara con ella a la velocidad de la luz?

Pero Albert dice: “La luz se propaga a una velocidad constante  $c$  independiente del movimiento de la fuente que la produce.”

Si tuviera un espejo... Si viajara con el espejo a la velocidad de la luz..

### **Diálogo entre Albert y un amigo**

- Imagínate que te desplazas a la velocidad de la luz y llevas contigo un espejo.
- Comprendo.
- Ahora, si tú te desplazas a la velocidad de la luz. El espejo, por supuesto se desplazará a la misma velocidad, entonces la luz no puede alcanzar el espejo.
- ¿ y, entonces ?
- No verías tu imagen en el espejo.
- Hmm..., lo que dices es que si la luz es una onda que viaja por el éter inmóvil... y tú viajas en esa onda... la luz no puede viajar más rápido que lo que tú lo haces y no puede alcanzar al espejo para reflejarse, por lo tanto, no se puede formar tu imagen en el espejo. ¡Qué interesante!

Esta reflexión refuerza la idea, ya conocida, que no existe espacio absoluto, ni movimiento absoluto

¿ Qué pasará con el tiempo ? ¿ Existirá el tiempo absoluto ?

Poco antes, Lorentz, trabajando en electromagnetismo, con las ecuaciones de Maxwell, notó la inexactitud de la transformación de Galileo y enunció su propia transformación, conocida como la transformación de Lorentz (TL). En la misma, tiene en cuenta, tanto la contracción de la longitud, como el alargamiento del tiempo cuando se pasa de un sistema de referencia a otro.

Fue Albert Einstein quien advirtió que la solución de la extraña experiencia de Michelson se encontraba en aplicarle la transformación de Lorentz en vez de la de Galileo. De allí, a enunciar su teoría, había sólo un pequeño paso.

### ANEXO III

#### La teoría de la Relatividad Restringida

Las ideas de la Teoría de la Relatividad empezaron a germinar en Einstein, aunque ya Galileo en el siglo XVII había detectado que un movimiento rectilíneo y uniforme no se puede poner en evidencia, para un experimentador, sin un sistema de referencia, él fue más lejos pues se cuestionó si existía alguna manera de detectar un movimiento de esas características.

En 1905 enuncia su teoría partiendo de dos principios:

#### 1º Principio:

Las leyes de la Física tienen la misma forma en todos los sistemas de referencia inerciales (SRI) \*

#### 2º Principio:

La velocidad de la luz en el vacío tiene el mismo valor para todos los observadores, sea cual fuere el sistema de referencia desde el cual se la mida

\* Llamamos SRI, en mecánica clásica, a todo sistema de referencia en que se cumplen las leyes de Newton. Una vez establecido un SRI, todo sistema que se mueva con velocidad constante respecto del primero, también será inercial. En mecánica relativista un sistema es SRI si en él permanece constante la velocidad de la luz.

Estos dos principios, así enunciados, traen aparejadas algunas consecuencias muy interesantes, a saber:

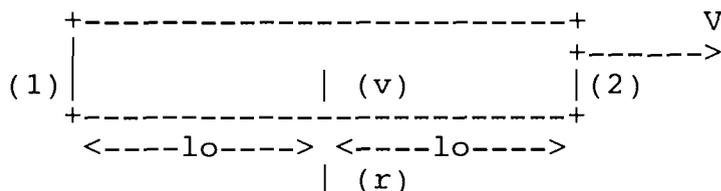
¿ Qué pasará con la longitud de un cuerpo ? ¿ Qué pasará con el tiempo ?

De acuerdo con el 2º principio "c" (velocidad de la luz) debe ser siempre la misma medida desde cualquier sistema de referencia. La única manera de lograrlo, teniendo en cuenta que tanto el espacio como el tiempo dependen del sistema de

referencia que elijamos (ver Lorentz en introducción histórica), es conseguir que estos cambien convenientemente.

### ¿Qué sucede con los tiempos ?

Veamos la siguiente cuestión: un señor que viaja en un vagón ve encenderse dos focos ubicados en los extremos del mismo, simultáneamente ¿ Qué sucederá con un señor fuera del mismo ?



Para el observador (v)  $t_1 = t_2 = l_0/c$  (tiempo que tarda en recibir la señal).

Para el observador (r)  $t_{1r} = l_0/(c+v)$  y  $t_{2r} = l_0/(c-v)$

podemos apreciar que los sucesos no son simultáneos.

De acuerdo a lo establecido por Lorentz los intervalos de tiempo se alargan, o sea, si mido con un cronómetro un suceso que acontece en mi sistema de referencia obtengo un tiempo  $t_0$ .

Si ahora mido con mi cronómetro un suceso ocurrido en un sistema de referencia que se mueve con respecto a mí con una velocidad  $V$  el tiempo será  $t^*$ , la relación entre  $t_0$  y  $t^*$  será:

$$t_0/t^* = \frac{1}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$$

o sea

$$t^* = \frac{t_0}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$$

Si  $V \ll c$  entonces  $t^* = t_0$

¿Cómo es  $t^*$  con respecto a  $t_0$ ? ¿Concuerdan estos hechos con las propuestas del poema?

Una experiencia nos ayudará a aceptar lo inaceptable. Los mesones mu, llamados muones, son partículas localizadas en la parte superior de la atmósfera que llegan a la superficie de la Tierra en los rayos cósmicos. Estas partículas se pueden

## Painéis

generar en el laboratorio. El tiempo de -6 vida media de las mismas es 2,2.10 segundos. Aun moviéndose a la velocidad de la luz apenas recorrerían 600 metros, sin embargo viajan 10 kilómetros.

La única explicación posible es que en su propio sistema viven sólo 2 microsegundos, pero en el nuestro, su tiempo de vida se alarga considerablemente ya que viajan a velocidades cercanas a la de la luz. De esta manera logran recorrer su largo camino.

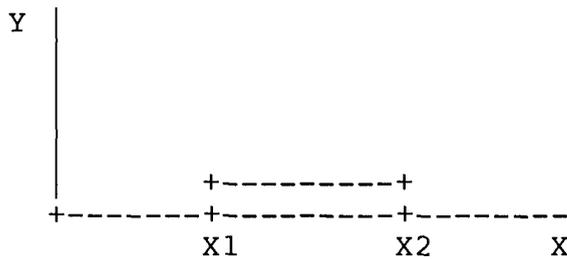
## ¿Qué sucede con las longitudes

Supongamos que queremos determinar la longitud de un pececito midiendo desde Tierra, el mismo se mueve a velocidad  $V$ , para simplificar en línea recta en la dirección  $X$ .

Si el objeto está en reposo respecto del medidor, la longitud del mismo será:

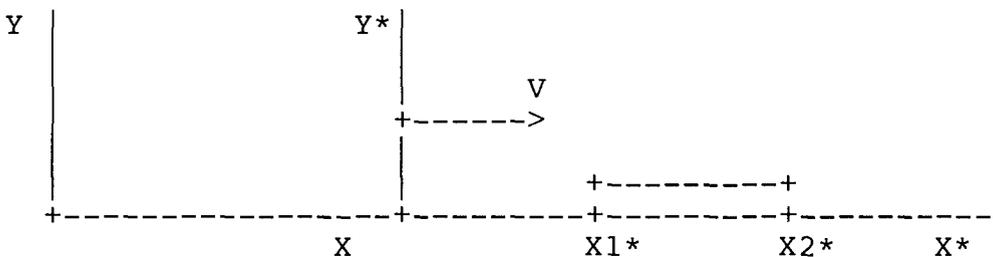
$$l_0 = X_2 - X_1$$

En el sistema de referencia en reposo respecto del objeto



Si ahora suponemos que el objeto se mueve con una velocidad  $V$ , paralela al eje  $X$ , respecto del sujeto que mide, obtendremos una longitud diferente  $l^*$  (recordemos que no existe simultaneidad de las observaciones) que responderá a

$$l^* = X_2^* - X_1^*$$



En el gráfico anterior observamos que el objeto está en reposo respecto de la terna  $(X^*, Y^*, Z^*)$  y se desplaza con velocidad  $V$  respecto de la terna  $(X, Y, Z)$ . Los ejes  $Z^*$  y  $Z$  no fueron dibujados para mayor claridad.

Después de aplicar, TL mediante, muchísimos cálculos matemáticos que Uds. no están en condiciones de comprender, por ahora, se puede establecer la relación entre ambas longitudes  $l^*$  y  $l_0$

$$l^*/l_0 = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

o bien

$$l^* = l_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

Si  $v \ll c$  entonces  $l^* = l_0$

- ¿ Qué relación existe entre  $v$  y  $c$  en los movimientos conocidos?
- ¿ Puede ser  $v > c$  ? ¿ Por qué ?
- ¿ Cómo es  $l^*$  con respecto a  $l_0$  ?

### Llegó el turno de la masa

¿ Qué sucedería si nos moviéramos a la velocidad de la luz ?

En época de Galileo o de Newton era impensable que un objeto se moviera a la velocidad del sonido, ni que hablar de la velocidad de la luz, incluso en época de Einstein pensar en partículas que alcanzaran velocidades comparables con la velocidad de la luz no tenía sentido práctico. Hoy en día, es factible, en los aceleradores de partículas lograr este objetivo.

Analícemos este experimento:

Es posible dirigir una partícula  $\beta$  (electrón) que proviene de la explosión de átomos radiactivos, mediante la utilización de campos electromagnéticos y entonces medir su velocidad y su masa.

Al hacer el experimento se nota que la masa aumenta con la velocidad, de acuerdo a la teoría de la relatividad restringida la relación entre masa en reposo (respecto del que mide)  $m_0$  y masa en movimiento, con velocidad  $V$  respecto del medidor,  $m^*$  será:

$$m_0/m^* = \sqrt{1 - v^2/c^2} \quad \text{o bien}$$

$$m^* = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (1)$$

## Painéis

Si consideramos como unidad de masa, la masa de una partícula  $\beta$  podemos observar en la siguiente tabla:

| V (m/s) | $m^*$ calculada | $m^*$ medida |
|---------|-----------------|--------------|
| 2,36.10 | 1,65            | 1,50         |
| 2,48.10 | 1,83            | 1,66         |
| 2,59.10 | 2,04            | 2,00         |
| 2,72.10 | 2,43            | 2,42         |
| 2,85.10 | 3,09            | 3,10         |

Como podemos observar en la tabla la masa corregida utilizando la ecuación (1) se acerca bastante a la medida en la experiencia.

Hay otro planteo interesante que involucra la masa del cuerpo. Sabemos que de acuerdo a la segunda ley de Newton al aplicarle una fuerza a un cuerpo éste adquiere aceleración, si aplicáramos una fuerza constante durante bastante tiempo podríamos pensar que la velocidad aumentaría hasta un valor infinito. De acuerdo a la teoría de la relatividad ningún cuerpo puede moverse a una velocidad mayor que "c". ¿Qué es lo que sucede ?

Cuando la velocidad V que adquiere el cuerpo tiene un valor comparable con "c" la masa comienza a aumentar, será el producto masa por velocidad lo que crezca hasta el infinito, esta magnitud recibe el nombre de cantidad de movimiento p (vectorial). Podemos reescribir la segunda ley de Newton

$$F = p / t \quad \text{válida sólo para } F = \text{constante}$$

### Analizaremos ahora que sucede con la energía

Partiremos de la expresión (1), para facilitar la comprensión, usaremos una aproximación de dicha ecuación utilizando un tratamiento matemático de lo que resulta:

$$m = m_0 + \frac{m_0 \cdot V^2}{2 \cdot c^2} \quad (2)$$

Si  $V \ll c$  entonces  $m = m_0$

Pueden notar que si multiplico la ecuación (2) por c obtengo:

$$m \cdot c^2 = m_0 \cdot c^2 + 1/2 m_0 \cdot V^2 \quad (3)$$

Donde:

- $m.c^2$  es la energía total de una partícula
- $m_0.c^2$  es la energía de una partícula en reposo
- y  $1/2 m_0.V^2$  es la energía cinética en mecánica clásica

Operando matemáticamente en la ecuación (3) llegaremos a la conocida ecuación de A.Einstein

$$m.c^2 = E \tag{4}$$

Veamos un ejemplo de aplicación de la (4). En el ciclotrón se hacen pasar iones por un campo eléctrico y otro magnético de modo que los protones y deuterones describan una trayectoria espiral de radio creciente. Con este aparato se conocieron nuevos isótopos, como el hidrógeno de masa 3, producido según la siguiente reacción atómica:



donde:

- D = Deuterio o hidrógeno de masa 2
- H = Hidrógeno de masa 1
- T = Tritio o hidrógeno de masa 3
- E = Energía liberada

Los datos experimentales indican que la liberación de energía va acompañada por una pérdida de masa.

| Isótopo      | Masa medidas en UMA  |
|--------------|----------------------|
| D            | 2,0147               |
| H            | 1,0081               |
| T            | 3,0171               |
| $m = 0,0042$ | % masa perdido = 0,1 |

Se puede verificar que los datos experimentales se ajustan a la ecuación (4).

---

**7. Existem Dificuldades no Uso da Interação Carga  $\leftrightarrow$  Campo pelos Alunos?**  
 Farias, A.J.O.

---

**RESUMO**

No estudo da Teorias Eletromagnética, a descrição da Electrostática em si, na apresentação da carga elétrica (uma das propriedades fundamentais das matéria) e na apresentação da campo elétrico (uma grandeza física vetorial instituída para justificar

a interação entre cargas a distância), requer associações lógicas que não podem ser observadas ou experimentadas no domínio do nosso universo concreto. Algumas pesquisas em ensino de Física<sup>(1, 2)</sup> tem mostrado que muitos alunos do ensino médio e até nas disciplinas do ciclo básico universitário, ainda não conseguem lidar devidamente com assuntos, que no estágio de operações formais, em seu raciocínio, requer muitas abstrações, fora do nosso domínio concreto vivenciado no cotidiano. Isso tem dificultado o aprendizado significativo desses assuntos e tem requerido, maiores cuidados na elaboração da descrição teórica, do que as que estão contidas em alguns livros de textos convencionais<sup>(3, 4, 5)</sup>. Nesse contexto se coloca a atividade experimental, desempenhando uma função substancial em ajuda ao estudante<sup>(2,7)</sup>. O laboratório constitui-se num importante recurso instrucional em ajuda a assimilação significativa de qualquer assunto, entre outros objetivos importantes<sup>(7)</sup>. Este trabalho tem como objetivo verificar o nível de raciocínio usado pelo aluno na interpretação teórica de um fenômeno observado experimentalmente, envolvendo as interações elétricas. A avaliação efetuada levou em consideração que os alunos já haviam cursado a disciplina teórica Física III (Eletricidade e Magnetismo) e se encontravam cursando a disciplina Física Laboratório II. O experimento usado visava efetuar o “mapeamento” no campo elétrico através da força elétrica observada em um objeto de prova (monopólo ou dipólo elétrico), com base na definição de campo:  $E = F/q_0$ , em cada ponto do espaço.

Trabalhamos no Laboratório com um grupo de 34 alunos do Curso de Engenharia Civil e Química da nossa Universidade. O experimento efetuado neste trabalho solicitava que o estudante efetuasse o mapeamento do campo elétrico criado nas proximidades de esferas condutoras e “isoladas”. Para isso, eram usados fiapos de algodão bem leves, soltos nas proximidades de uma esfera. Inicialmente, observou-se o comportamento do fiapo, em volta de uma esfera carregada. Depois, usou-se duas esferas carregadas com polaridades opostas, para o mesmo fim. As esferas eram alimentadas por uma fonte de alta tensão (c.c. de 16 KV - 500 $\mu$ A). No roteiro experimental era solicitado que justificasse teoricamente, os deslocamentos e as trajetórias seguidas pelos fiapos, nas interações elétricas sofridas. Na primeira verificação de aprendizado escrita da disciplina, uma das perguntas era ligada ao experimento e continha o seguinte enunciado: justifique teoricamente todo o comportamento assumido pelo fiapo de algodão nas interações elétricas com as campândulas. Nosso objetivo específico nesse trabalho foi analisar as respostas dadas pelos alunos do grupo a esta questão. A tabela a seguir, expressa uma classificação das respostas obtidas do grupo de forma sistematizada. Foi efetuada com base no que era esperado como resposta correta e no comportamento das respostas assumidas pelo mesmo. Assim o aluno poderia justificar corretamente o comportamento observado no fiapo de algodão de duas formas: 1) Dar a resposta usando apenas a interação coulombiana entre cargas (carga $\leftarrow$ , carga)<sup>(3)</sup>, auxiliado pelo princípio da superposição das forças (quando necessário), e associada aos processos de eletrização do fiapo; 2) Dar a resposta usando as interações: carga com o campo elétrico no local

(carga $\leftarrow$ campo)<sup>(3)</sup>, e a coulombiana carga com carga (carga $\leftarrow$ carga), associadas aos processos de eletrização do fiapo. As demais classes de respostas são tentativas que se aproximam de uma ou de outra forma apresentada como correta (com alguma imprecisão e (ou) inadequação, e (ou) ainda de forma incompleta). Existe ainda a classe das respostas erradas, onde os erros e inadequações preponderam sobre qualquer sentido lógico correto apresentado. Queremos ainda observar, que por limitações de ordem experimental não exploramos amplamente a interação carga $\leftarrow$ campo, por não tratarmos de questões como as relativas ao fato da força entre cargas a distância não ser uma ação instantânea.

Tabela de Respostas Sistematizadas do Grupo com as Respectivas Frequências

| RESPOSTAS SISTEMATIZADAS  |  | Frequência<br>Nº de<br>alunos |
|---|--|-------------------------------|
| Apresenta os processos de<br>eletrização do fiapo,<br>o deslocamento e a<br>trajetória seguidos.                              | 1) Segundo interação: carga $\leftarrow$ carga e usando o princípio da superposição da força elétrica corretamente | Nenhuma                       |
|   | 1') Segundo interação carga $\leftarrow$ carga somente, com incon-sistências e inadequações                        | 14                            |
|   | 2) Segundo as interações: carga $\leftarrow$ carga e carga $\leftarrow$ campo de forma correta                     | 02                            |
|   | 2') Segundo as interações: carga $\leftarrow$ carga e carga $\leftarrow$ campo com incon-sistências e inadequações | 10                            |
| 3) Segundo a interação carga $\leftarrow$ campo somente, sem apresentar os processos de eletrização e as trajetórias seguidas |  | 03                            |
| 4) Apresenta respostas erradas, inconsistentes e sem sentido lógico que possam se adequar as opções acima                     |  | 05                            |

Os resultados apresentados na tabela anterior mostram, que apenas 02 alunos tiveram respostas associadas a categoria (2) de correta e mais 10 estudantes responderam nessa linha na forma aproximada (2'), e mais 03 na classe (3). Temos assim que um total de 15 estudantes mostraram se preocupar em responder usando a interação carga $\leftarrow$ campo, dentro das limitações contidas na classificação efetuada. Nenhum aluno respondeu amplamente a questão pela interação carga $\leftarrow$ carga, por não usarem principalmente o princípio da superposição, quando necessário, para justificar a trajetória seguida pelo fiapo de uma esfera para a outra. Porém foi nessa linha, na forma restrita da classe (1') que tivemos a maior incidência de respostas, 14 estudantes. Assim procedendo não estenderam suas respostas aos objetivos do experimento, talvez "fugindo" do compromisso de abordar as abstrações, trazidas pela

interação carga<sup>-</sup>, campo, o mais importante dentro do que pretendíamos avaliar no experimento. Responderam incorretamente 05 alunos com muito pouca ou nenhuma fundamentação teórica, perfazendo assim um total de 19 alunos que não atenderam em nenhum aspecto, aos objetivos da atividade experimental contidos na classe (2) de nossa avaliação.

O resultado mostrado pela tabela caracteriza ou pelo menos deixa grande suspeita, de que o duplo processo de aprendizagem em diferentes formas de abordagem ao conteúdo (teórico e experimental), em disciplinas com diferentes professores, não foi suficiente para muitos alunos descreverem o fenômeno observado se atendo principalmente a concepção do campo. A dúvida fica se este procedimento deve-se a limitações de ordem cognitiva a nível de raciocínio abstrato ou se existiu uma falta de aplicação ou de conhecimento, ou ainda de interpretação na elaboração das respostas, principalmente desses 14 estudantes entre os demais, que não corresponderam favoravelmente ao desejado pelo processo de aprendizagem. Por sua vez será que a observação experimental do assunto em questão, não favoreceu aos alunos, nesse caso, para uma visão mais ampla do que foi tratado? A experiência que acumulamos ao longo do tempo, em ministrar disciplinas experimentais, no acompanhamento e avaliação do aprendizado do estudante, indica que havendo interesse, o laboratório de um modo geral, pode ajudar na aquisição e domínio amplo do conhecimento teórico, desde que a base cognitiva esteja preparada para isso. Dai acreditamos que muitos dos alunos que responderam restritamente a questão, talvez não apresentem os subsunçores adequados, para tratar de um assunto tão abstrato. Assim, a ligeira passagem pelo experimento (com suas limitações ao universo concreto), pode não ser suficiente nesse caso, para aquisição e domínio dos conceitos teóricos em questão. Por outro lado, muitos alunos que responderam se preocupando com a concepção de campo, deixam dúvidas, quanto a se dominam amplamente essa idéia.

Não procedemos nenhum comentário individualizado sobre as respostas dos alunos nesse trabalho. Acreditamos, porém, que de certo modo a análise efetuada, em torno da classificação já atende nossos objetivos de averiguar nas respostas escritas dos alunos, a existência e a forma com que a concepção do campo se apresenta, em função das interações elétricas experimentadas. Pelo que temos conhecimento<sup>(8)</sup>, poucos estudos se preocuparam em averiguar o conceito da idéia de campo elétrico após ensino formal. Apesar de alguns estudos indicarem dúvidas quanto ao papel do laboratório<sup>(9)</sup>, acreditamos que para suprir as deficiências aqui levantadas, haveria necessidade de se explorar ainda mais a atividade experimental. Mesmo nesse caso, onde o experimento não concretiza no espaço o fenômeno campo eletrostático, mas o fato de mostrar seus efeitos, possibilita muitas chances a que a mente do aluno possa construir e idealizar essa importante entidade da Teoria Física, em princípio tão abstrata. Como se pode observar muitos alunos podem estar "avançando" na grade curricular (aprovados nas disciplinas) com essas deficiências de ordem cognitiva e de conhecimento científico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) QUEIROZ, G. R. P. C. , Ure, M. C. D. - Uma Experiência de Ensino na 1ª Cadeira de Física Básica na Universidade. Revista de Ensino de Física. Vol. 03, nº 4, dez/1981.
- 2) BRAGA I, Luiz - Os Melhores Alunos que Saem do Ensino Médio Estão Preparados para Prosseguir Estudos Universitários na Área de Ciências Físicas e Matemáticas? Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, 4(1): 25-31, aler. 1987.
- 3) HALLIDAY, D. Resnick, R., Merrill J. - Fundamentos de Física 3 - Eletromagnetismo. Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 1ª edição brasileira, 1988, Rio de Janeiro.
- 4) TIPLER, Paul A. - Física. Vol 02 a, II edição, 1985. Editora Guanabara Dois, Rio de Janeiro.
- 5) SEARS, F.; ZEMANSKY, M. W.; YOUNG, H. D. - Física 3, 2ª edição, LivrosTécnicos e Científicos Editora S.A., 1985, Rio de Janeiro.
- 6) SANDOVAL, Julia Salinas de - Las Experiencias de Búsqueda de Realaciones entre Magnitudes como Herramientas para Incorporar al Aula la metodologia de la investigación Científica. Rev. Ens. de Física, vol. 12, dez/1990.
- 7) FARIAS, A. J. Ornellas - A Construção do Laboratório na Formação do Professor de Física. Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, vol. 09, nº 3: p. 251-345, dez./1992.
- 8) DOMINGUEZ, M. E. e MOREIRA, M. A. - Significados Atribuídos aos Conceitos de Campo Elétrico e Potencial Elétrico por Estudantes de Física Geral. Revista de Ensino de Física, vol. 12, dez/1990.
- 9) BLOSSER, Patricia E. - O Papel do Laboratório no Ensino de Ciências. Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, 5(2), agosto/1988.

---

### 8. As Bases Conceituais das Relatividades. Bassalo, J.M.F.

---

Desde a Antiguidade até hoje, o Homem procura entender o movimento de um corpo em relação a um outro em movimento uniforme ou acelerado, movimento relativo esse que é a base conceitual das Relatividades (Restrita e Geral). Neste artigo, vamos mostrar como se deu a evolução dessa procura, examinando os trabalhos de Zenão de Eléia, Giordano Bruno, Galileu, Newton, Clairaut, Euler, Coriolis, Mach e Einstein.

---

### 9. É Possível Ensinar Ressonância Magnética a Alunos do Ciclo Básico da Graduação em Física? Grillo, M.L.N.

---

## INTRODUÇÃO

Pouco tem sido ensinado sobre a Física do Estado Sólido no ciclo básico do curso de Física. Este tema só é normalmente abordado nos 2 últimos períodos, ou às vezes, apenas no último período. A Ressonância Magnética só é vista pelos alunos na pós-graduação, quando estes escolhem esta área de especialização. Percorremos um caminho objetivo e mais rápido que o convencional a fim de podermos alcançar a nossa meta: ensinar os fundamentos da Física do Estado Sólido e da técnica de Ressonância do Spin Eletrônico (RSE).

O trabalho foi dividido em 2 partes: teórica e experimental. Na parte teórica abordamos os seguintes temas: cristalografia, ligações químicas, desordem nos sólidos, materiais cerâmicos, propriedades magnéticas da matéria e ressonância magnética.

Na parte experimental utilizamos 2 materiais cerâmicos: o rutilo ( $\text{TiO}_2$  - óxido de titânio) que foi usado como rede hospedeira, e o óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), usado como dopante. Através da técnica da espectroscopia de RSE observamos se a difusão ocorrer ou não.

Fazemos a seguir um resumo dos temas abordados pelos alunos e que foram apresentados em monografias e seminários.

### Os cristais e as ligações cristalinas

A Física do Estado Sólido é o ramo da Física que trata da matéria agregada, especialmente em sua forma cristalina, ou seja, quando os átomos se arranjam num modelo tridimensional ordenado e repetido. As superfícies planares de pedras preciosas, cristais de quartzo e até de simples sal de cozinha são manifestações externas dos arranjos cristalinos internos. Em cada caso o arranjo atômico interno persiste mesmo que as superfícies externas sejam alteradas.

Uma vez dada uma introdução geral sobre os cristais e suas operações de simetria o aluno poderá conhecer os vários sistemas cristalinos e então conhecer a geometria da célula unitária, ou seja, a identificação de pontos, direções e planos cristalinos. Em seguida o aluno poderá estudar as ligações cristalinas.

Em todos os sólidos, os átomos são mantidos por ligações. Elas propiciam propriedades elétricas, térmicas, magnéticas e mecânicas aos sólidos. Por exemplo, ligações fortes resultam em altos pontos de fusão, módulos de elasticidade elevados, distâncias interatômicas bem pequenas e coeficientes de dilatação térmica bem baixos.

Aqui o aluno estudará as ligações primárias (fortes) e as secundárias (fracas). A essa altura ele poderá ter uma noção geral dos diferentes tipos de materiais (polímeros, metais e cerâmicos).

### Desordem nos sólidos

Neste capítulo o aluno tomará conhecimento do que vem a ser um sólido real, que pode diferir substancialmente do sólido ideal, isto é, do sólido perfeito, analisado no 1º capítulo.

Um sólido real possui superfícies, impurezas, falhas e vibrações, e estes aspectos não são levados em conta no estudo inicial da cristalografia. Mas apesar de um sólido real ser frequentemente repleto de defeitos, a aproximação do sólido perfeito é importantíssima. Não somente porque muitas das propriedades fundamentais dos sólidos são pouco alteradas pela presença de imperfeições, como também porque cada imperfeição pode ser estudada separadamente como uma simples perturbação do sólido perfeito. Em muitos casos é desejável a presença de certas impurezas uma vez que estas podem resultar em um menor custo, maior disponibilidade ou mesmo certas propriedades de interesse.

Neste ponto o aluno estudará o que são as ligas, as soluções sólidas, os policristais, as imperfeições nos cristais (pontuais, em linha e bidimensional), e também os materiais não cristalinos (líquidos e vidros), as vibrações atômicas e a difusão atômica.

### **Materiais Cerâmicos**

Este tipo de material foi um pouco mais estudado uma vez que escolhemos os cerâmicos para serem analisados por RSE, na parte experimental.

Os materiais cerâmicos abrangem uma grande variedade de substâncias, tais como vidro, tijolo, pedras, concreto, abrasivos, vernizes e esmaltes para porcelana, isolantes dielétricos, materiais magnéticos não metálicos, refratários para altas temperaturas, etc. A característica comum entre estes materiais é serem constituídos de metais e não metais.

Neste capítulo o aluno poderá ver exemplos das diferentes estruturas cristalinas dos materiais cerâmicos e as propriedades dos principais tipos de cerâmicos.

### **Propriedades Magnéticas da Matéria**

Neste capítulo o aluno estudará de forma bem objetiva as leis fundamentais do magnetismo a fim de poder compreender os materiais paramagnéticos e diamagnéticos e o fenômeno da ressonância magnética.

Nos fundamentos do magnetismo serão estudados: torques em dipolos magnéticos; força magnética sob uma carga em movimento; força magnética sob um condutor que carrega corrente; lei de Gauss para o campo magnético; lei de Biot e Savart; lei de Ampere, o magnetismo, o elétron e o átomo; noções sobre a equação de Schrodinger e o átomo de hidrogênio; conservação do momento angular; giroscópios, pêões e precessão e por fim os materiais paramagnéticos e diamagnéticos.

## Ressonância Magnética

Após serem vistos todos estes temas o aluno poderá compreender os fundamentos da Ressonância Magnética e estudar uma das técnicas de Ressonância, que é a Ressonância do Spin Eletrônico.

Começamos abordando os aspectos históricos do desenvolvimento dessa espectroscopia e em seguida o aluno tomou conhecimento de várias das técnicas de ressonância (RMN - ressonância magnética nuclear ; RSE - ressonância magnética do spin eletrônico; etc). Nos detivemos apenas na última.

A Ressonância Magnética é um fenômeno encontrado em sistemas magnéticos que possuem momentos magnéticos e momentos angulares. O termo ressonância significa que estamos em sintonia com a frequência natural do sistema magnético, neste caso correspondente à frequência da precessão giroscópica do momento magnético em um campo magnético estático externo. As frequências de ressonância magnética estão na região de rádio-frequência para spins nucleares e microondas para spins eletrônicos. A ressonância permite a obtenção de informações precisas e altamente detalhadas, que não podem ser obtidas de outras formas.

Conforme se sabe, a energia de qualquer sistema microfísico não pode ser qualquer, é quantizada, isto é, só determinados níveis de energia são possíveis. A diferença de energia é vencida com a absorção de um fóton de energia apropriada. A diferença de energia aumenta ao aumentar a intensidade de H.

A aplicação de um campo H produz uma energia de interação dos núcleos ou elétrons. Este é o primeiro termo da hamiltoniana estudada (interação Zeeman). O que se espera é a detecção dos níveis de energia por uma absorção espectral. O que é necessário é ter uma interação que possa causar transições entre os níveis. Para satisfazer a conservação da energia, a interação deve ser tal que a frequência angular satisfaça a condição de Bohr.

## Parte Experimental

Na espectroscopia de RSE a amostra é colocada em uma cavidade ressonante, em um ponto tal que o campo magnético das microondas seja máximo e o campo elétrico seja mínimo. A cavidade é colocada entre os pólos de um eletro-ímã. A energia das microondas é modulada e a absorção é detetada em fase, amplificada e registrada em forma de primeira derivada. A condição de ressonância é observada com frequência constante. As frequências usualmente empregadas em RSE são em torno de 9 GHz (banda x) e 35 GHz (banda Q). Neste trabalho utilizamos a banda x. Para um elétron livre os valores aproximados de campo magnético nas condições de ressonância são 3.000 G e 12.000 G para bandas x e Q respectivamente.

## Conclusão

No fim de 1 ano os alunos apresentaram monografias e seminários, o que nos levou a concluir que os objetivos foram atingidos.

### Agradecimentos

Agradeço aos alunos Roges de Oliveira e Gleide Alencar Nascimento pela grande colaboração neste trabalho. Agradeço também ao Professor Ronaldo Sérgio de Biasi, do Instituto Militar de Engenharia (IME), que nos permitiu que usássemos o laboratório de Ressonância Magnética do IME.

### Referências

- 1) "Princípios de Ciência e Tecnologia dos Materiais" - L.H. van Vlack
- 2) "Introdução à Física do Estado Sólido" - C. Kihel
- 3) "Estado Sólido" (UERJ - fascículo I) - A. Dias Tavares
- 4) "Ressonância Magnética Nuclear - Fundamentos e Aplicações" V.M.S. Gil e C.F.G.G. Geraldés
- 5) "Principles of Magnetic Resonance" - C.P. Slichter - 1990
- 6) "Influence of iron concentration on the ESR spectrum of Fe(3+) in rutile". R.S. de Biasi e M.L. Netto Grillo; J. Alloys and Comp., 189 (1992) 201-203
- 7) "Ótica e Física Moderna" - Halliday e Resnick - vol 4
- 8) "Física 3" - J.P. McKelvey e H. Grotch - vols 3 e 4
- 9) "Física Quântica" - Eisberg e Resnick

---

### 10. Estratégias para o Ensino de Relatividade Restrita. Oliveira, M.P. de

---

Neste trabalho proporemos uma abordagem para o ensino de relatividade restrita na universidade, utilizando informações sobre as concepções de ex-alunos de física sobre conteúdos ligados a relatividade (Villani et alli 1987 e Hewson 1982) e da evolução histórica das teorias clássicas. A comparação entre as concepções dos alunos reveladas nas pesquisas acima citadas com a evolução histórica da idéia de relatividade do movimento fornecem uma série de pontos em comuns, como, por exemplo: tanto para alunos quanto para cientistas do século XIX, o conceito de espaço absoluto foi um obstáculo epistemológico, no sentido bachelardiano; a relatividade física não era concebida como um princípio.

Acreditamos que a detecção de problemas e soluções existentes na história da proposição da Teoria da relatividade poderiam tornar-se fonte de estratégias para o ensino. Em especial, toda problemática ligada à noção de éter no contexto da óptica ondulatória fornece uma série de situações com potencial para questionar a estruturação conceitual dos alunos, levando-os ao conflito. As sucessivas soluções propostas ao longo do século XIX e seus fracassos revelariam a complexidade do problema enfrentado pela ciência. A comparação entre os programas de Lorentz e

Einstein e suas soluções ao problema da óptica dos corpos em movimento forneceria argumentos para eleger o segundo como resposta mais apropriada ao problema.

Vale ressaltar que as pesquisas de Villani revelaram a existência de concepções pré-galileanas sobre a relatividade do movimento. Para uniformizar a idéia dos alunos sobre o movimento relativo dos corpos seria necessário útil iniciar o curso por uma discussão sobre o papel central do espaço absoluto na física newtoniana. Essa discussão forneceria o pano de fundo para a análise crítica do problemas enfrentados pela óptica ondulatória no século passado.

Vejamos agora com mais detalhes, como uma proposta composta de aspectos histórico-epistemológicos e resultados de pesquisas em concepções alternativas poderia ser implementada para a elaboração de estratégias de ensino sobre a Teoria da Relatividade Restrita.

Em nosso conhecimento, dois trabalhos abordaram as concepções dos estudantes frente a este tema, e mostraram que algumas formas de raciocínio alternativas persistem mesmo após o ensino desse conteúdo em cursos tradicionais. No mais antigo deles, Hewson (1982) entrevistou um monitor de um curso de relatividade, que já havia atuado nessa função por duas vezes. Ele conduziu as entrevistas de forma a questionar o estudante sobre as conseqüências da teoria: dilatação do tempo e contração de distâncias.<sup>1</sup>

Os principais resultados de suas pesquisas foram:

- 1) o estudante concebe os objetos com propriedades fixas;
- 2) os efeitos relativísticos são entendidos em termos de interação entre objetos mecânicos;
- 3) os efeitos relativísticos são vistos como distorções na percepção de propriedades reais;
- 4) a realidade dos fenômenos é independente do observador;
- 5) em situações onde não consegue explicar os efeitos relativísticos, tais como o atraso na indicação de relógios, por meios mecânicos, afirma assim mesmo que tal explicação é possível;

O autor resume essas concepções da seguinte forma:

- o estudante procurar fornecer uma representação baseada na visão mecânica do mundo;
- as explicações de efeitos relativísticos devem ser dadas em termos mecânicos.<sup>2</sup> Hewson define essas tentativas interpretativas de seu entrevistado como sendo "ramos Einsteinianos enxertados em raízes Newtonianas"<sup>3</sup>

No segundo trabalho de Villani e Pacca (1987), a pesquisa também envolvia estudantes universitários graduados que já haviam passado por cursos tradicionais

---

<sup>1</sup>-Página 67.

<sup>2</sup>-Página 69.

<sup>3</sup>- "...initial conceptions are the product of Einsteinian branches grafted to Newtonian roots". *Ibid*, p. 67.

sobre a Teoria da Relatividade Restrita. O estudo teve uma amostragem maior (trinta estudantes), onde várias questões eram colocadas sobre distâncias e tempos em situações onde corpos materiais (trens e naves espaciais) e raios de luz deslocavam-se numa única dimensão. As respostas eram examinadas em função da sua compatibilidade com estruturas "relativísticas, Galileanas e espontâneas". Destacamos alguns pontos importantes desses resultados:

- 1) poucos alunos precisaram o referencial usado para responder a questões ligadas a distância. Quando questionados sobre a necessidade do uso de tal referencial, a grande maioria (21 sobre 24) responderam que isso não era necessário;
- 2) referência a variações "aparentes" em relação a distância e tempo;
- 3) indicavam o uso de noções de adições de distâncias em espaço absoluto para fornecer respostas sobre deslocamentos e distâncias;
- 4) objetos com propriedades fixas, reais e independentes do observador;
- 5) alto percentual de respostas compatíveis com estruturas Galileanas e de cinemática espontânea<sup>4</sup>.

De maneira geral, apesar das restrições dessas pesquisas, seja pelo pequeno número de entrevistados na primeira, e pela limitação do método empregado (questionário fechado) centrados unicamente em duas consequências da teoria (dilatação do tempo e contração do espaço) no caso da segunda, essas pesquisas revelaram aspectos muito importantes sobre a maneira como os estudantes relacionam-se com esse conteúdo.<sup>5</sup> Por exemplo, mesmo após um curso tradicional de relatividade, alguns alunos continuam a: valer-se do uso de um espaço absoluto; privilegiar distâncias e intervalos de tempo próprios (reais), ligados a um observador em particular. Em outras vezes, conceitos relativísticos são "acomodados" a conceitos clássicos pré-existentes: os alunos aceitam, por exemplo, a constância da velocidade da luz para qualquer observador, mas quando questionados sobre variações nos intervalos de tempo e nos deslocamentos medidos em referenciais diferentes, dizem que são mudanças "aparentes", isso é que na verdade essas grandezas não variam, mas são "vistas" pelos observadores de modo diferente.

O perfil das concepções dos estudantes levantado nesses dois trabalhos permite associá-lo às formas de interpretação desenvolvidas pelos cientistas do final do século XIX, na tentativa de interpretar os resultados de experiências sobre fenômenos ópticos em corpos em movimento.<sup>6</sup>

Entre os grandes obstáculos na época à plena interpretação dos fenômenos ligando luz e movimento, encontrava-se a concepção mecânica das ondas luminosas que propagavam-se necessariamente num suporte material definido na época como éter (luminoso). Os vários resultados encontrados por Bradley (1728), Arago(1810),

---

<sup>4</sup>-Segundo termo empregado pelos autores para definir concepções alternativas dos estudantes levantadas por Saltiel (1978).

<sup>5</sup>-Apresentando em vários pontos resultados concordantes.

<sup>6</sup>- Lorentz, Poincaré, Fitzgerald, etc.

Fizeau(1851), e outros, obrigavam os cientistas a procurarem respostas envolvendo a forma pela qual o éter seria arrastado pelo movimento dos corpos (completamente, parcial, não arrastado). Uma solução que pudesse levar à interpretação desses fenômenos foi dada por Fresnel em 1818. Sem detalhar sua resposta ao problema<sup>7</sup>, a solução proposta propunha que o éter seria parcialmente arrastado pelos corpos materiais, permitindo assim uma descrição quantitativa dos fenômenos (dentro de uma aproximação em  $v/c$ ). Nessa situação calculava-se a velocidade de propagação das ondas luminosas no éter parado, acrescentando-se um fator relativo ao fato de uma parte do éter estar em movimento juntamente com o corpo transparente sobre o qual a luz propagava-se.

O éter, assim compreendido, assemelhava-se muito ao papel exercido pelo espaço absoluto na mecânica newtoniana. O éter para a luz era o palco privilegiado sobre o qual todos os fenômenos ocorriam. Nas situações onde existia um corpo transparente em movimento, continuava-se a raciocinar sobre a propagação da luz sobre o éter fixo, porém acrescentava-se um efeito associado à quantidade de éter que era arrastada pelo corpo em questão.

Vale a pena insistir na incoerência que a noção de éter impunha ao estudo dos fenômenos luminosos. De um lado, as teorias ópticas baseadas num éter fixo, usado para interpretar as primeiras experiências, previam a existência de efeitos mensuráveis do movimento da Terra sobre as leis ópticas. De outro lado, todas as experiências realizadas nesse sentido não evidenciaram esses efeitos esperados, sendo explicadas dentro de uma concepção híbrida entre éter fixo e móvel, proposta por Fresnel. Porém os resultados experimentais revelavam a validade da relatividade Galileana para os fenômenos luminosos, mesmo que restrita às aparências: dentro da concepção de Fresnel, os efeitos do movimento da Terra não eram perceptíveis devido a compensação entre o efeito causado pelo movimento do corpo receptor de luz e da luneta de observação.<sup>8</sup>

Foi talvez a crença na validade desse resultado (a relatividade) trazido pelas experiências em óptica ( encarado como um princípio maior para a Física) que levou Einstein a reformular a interpretação desse fenômenos, dando origem à Teoria da Relatividade Restrita.<sup>9</sup> Essa nova formulação teórica privilegiou o Princípio de Relatividade e a constância da velocidade da luz num sistema livre de absolutos (seja ele mecânico, como o espaço absoluto newtoniano, ou luminoso, na forma de éter fixo), construindo uma nova estrutura conceitual, na qual não haveria lugar para observadores privilegiados, nem leis Físicas diferentes em função do estado de movimento<sup>10</sup> dos sistemas de referência.<sup>11</sup>

---

<sup>7</sup>-Essa questão pode ser aprofundada em Pietrocola-Oliveira (1993a).

<sup>8</sup>-Pietrocola-Oliveira (1992 e1993).

<sup>9</sup>-Paty (1992).

<sup>10</sup>-Limitados aqui aosretilíneos e uniformes.

<sup>11</sup>-Miller(1981).

De posse desses dados fornecidos pelas duas áreas de pesquisa, é possível notar que tanto para os alunos quanto para o desenvolvimento da Relatividade Restrita, a noção de espaço absoluto é/foi um obstáculo. A insistente na utilização dessa noção pelos alunos, leva-nos a pensar que para demovê-los da idéia de continuar a valer-se dele, seria importante mostrar suas limitações.

Outro ponto importante apontado pelas pesquisas de Villani e Pacca, é a grande incidência de estudantes que possui concepções que chamaremos de não-Galileanas<sup>12</sup>. Visando esses alunos, seria razoável que um curso pudesse iniciar pela discussão da estrutura Galileana e sua superioridade sobre concepções alternativas outras. Parece necessário deixar explícito, tanto para os que fazem uso de forma inconsciente de um espaço absoluto na forma "clássica" e para aqueles que valem-se de outras concepções, as implicações da noção de espaço absoluto, clarificando o papel que ela desempenhou na Física pré-relativística. Chamar atenção para o chamado "Princípio de Relatividade Galileana" dentro da estruturação da mecânica Newtoniana também seria importante, pois mais adiante poder-se-ia extrapolar a validade desse princípio para as leis da óptica e outros ramos da Física, transformando-o num Princípio geral — "Princípio de Relatividade Einsteiniano".

Em seguida seria importante ressaltar a estruturação da óptica ondulatória sobre a noção de éter e como ela leva necessariamente a definição de absolutos (observadores privilegiados), impondo a existência de efeitos na forma de variações das leis ópticas para observadores em movimento, como no caso do movimento terrestre. Tendo colocado de maneira clara que a luz entendida como perturbações num éter luminoso imóvel no espaço deveria fornecer informações sobre o estado de movimento da Terra em relação a este, expor-se-ia todas as experiências executadas nesse sentido, e como seus resultados negativos foram explicados. Chamar-se-ia a atenção, nesse momento para o fato que as experiências respeitam a invariância das leis para corpos móveis não acelerados, não colocando em evidência efeitos do movimento absoluto sobre as leis da óptica. Poder-se-ia apresentar a solução de Einstein a questão ligada à óptica dos corpos em movimento, e sua maior capacidade em interpretar não só esses fenômenos, mas aqueles ligados ao efeito Doppler das estrelas (Red Shift), e aos outros efeitos previstos pela teoria.

Esse procedimento parece-nos capaz de abalar a crença na noção de espaço absoluto, e obrigar os alunos a refletirem sobre as dificuldades impostas por essa visão. Ao mesmo tempo, a validade da relatividade como princípio fundamental começaria a ser valorizada, reclamando uma estruturação teórica diferente, definindo-se as novas regras de transformações de Lorentz que mantêm a forma das equações de onda de luz para qualquer referencial galileano, eliminado o éter luminoso pela justificativa que a sua existência resultaria na adoção de um referencial privilegiado. A constância da velocidade da luz aparecia como um resultado necessário da nova formulação teórica, assim como as novas interpretações para o tempo e espaço.

---

<sup>12</sup>-Referindo-nos, às concepções "espontâneas" apontadas pelos autores

Nessa nova apresentação, parece mais fácil entender diferenças entre observações de intervalo de tempo e deslocamento espacial, pois estas seriam consequências de mudanças mais fundamentais na própria maneira de estruturar a teoria. Nesse caso, a chance de que tais conceitos sejam acomodados a uma estrutura ainda do tipo clássica<sup>13</sup> parece-nos menos provável, pois não se propõe apenas novas definições para o espaço e para o tempo. Critica-se toda uma estrutura teórica, mostrando suas limitações interpretativas, propondo-se outra na qual são substituídas as antigas noções de espaço e tempo da mecânica por outras mais adequadas.

## BIBLIOGRAFIA

- Hewson, P. (1982).** "The case study of conceptual change in special relativity: the influence of prior knowledge in learning", *European Journal of Science Education*, 4 (1) p. 62, 1982.
- Miller, A. (1981).** Albert Einstein's Special theory of Relativity, Dison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, USA, 1981.
- Paty, M.(1992).** *Einstein Philosophe*, PUF, Paris, 1992.
- Pietrocola-de-Oliveira, M. (1992).** *Mascart et l'optique des corps en mouvement*. Tese não publicada. Paris: Universidade de Paris 7, 1992.
- \_\_\_\_\_ (1993a). "Mascart et l'optique des Corps en mouvement: un travail méconnu". *Revue d'Histoire des Sciences*, (aceito para publicação).
- \_\_\_\_\_ (1993b). "Fresnel e o éter parcialmente arrastado". *Caderno Catarinense de Ensino de Física* (aceito para publicação)
- \_\_\_\_\_ (1993c). "A extensão do princípio de relatividade para a óptica". Atas do V?? Seminário nacional da Sociedade Brasileira de História da Ciência, 1993.
- Saltiel, E. (1978).** *Concepts cinématiques et raisonnement naturels: étude de la compréhension des changements de référentiels galiléens par les étudiants en science*. Tese de doutorado, não publicada. Paris: Universidade de Paris 7, 1978.
- Villani, e Pacca, (1987).** "Students' spontaneous ideas about the speed of ligh", *International Journal of Science Education*, 9 (1), p. 55, 1987.

---

### 11. Estudo da Série de Born para um Potencial do Tipo $\delta(x)$ . Lino, J.L.S.

---

Tem sido comodamente introduzido nos cursos de Mecânica Quântica a teoria geral de espalhamento para o caso unidimensional. Assim como para três dimensões, problemas de espalhamento unidimensionais (que evidentemente são mais simples) podem ser solucionados aproximadamente pela série de Born. Apesar dos livros-textos abordarem tal problema, a análise sobre os critérios de convergência da série normalmente são enfocados em livros-textos mais avançados devido a cálculos

---

<sup>13</sup>-Como o que demonstrou o trabalho de Hewson nas entrevistas com o monitor.

laboriosos para construir explicitamente os termos da série para vários potenciais testes. A proposta deste trabalho é a de apresentar um simples problema o qual propicia uma boa análise da série de Born sem recorrer aos tradicionais cálculos avançados. Para o nosso exemplo, tratamos de um potencial unidimensional do tipo "função  $\delta(x)$  de Dirac". Para este potencial, que normalmente não é usado nos livros-textos, os critérios de convergência da série de Born podem ser analisados com relativa facilidade, bem como a construção explícita de vários termos.

---

12. **Avaliação das Técnicas de Radioproteção Utilizadas pelos Técnicos em Radiação nos Hospitais de Grande Porte de Belo Horizonte.** Oliveira, R.O. e Nassif, R.H.M.S.

---

**Introdução:** Tendo em vista a Avaliação das Técnicas de Radioproteção Utilizadas pelos Técnicos em Radiação nos Hospitais de Grande Porte de Belo Horizonte, avaliou-se o comportamento desses Técnicos observando-se, paralelamente, suas condições de trabalho.

**Metodologia:** No período entre março de 1992 e junho de 1994 foram visitados 14 hospitais de grande porte em Belo Horizonte, tendo sido seus Técnicos avaliados via questionário com uma série de perguntas de fácil entendimento, sendo os resultados comparados com dados recolhidos no CRTR - MG (Conselho Regional dos Técnicos em Radiologia de Minas Gerais). As observações do local de trabalho também foram confirmadas pelo CRTR - MG.

**Resultados:** Algumas diferenças significativas puderam ser observadas quando comparadas graficamente.

**Conclusão:** As análises indicam que os Técnicos são mal instruídos, não havendo, pelo menos até agora, nenhuma manifestação no sentido de melhorar o atual quadro pois este não representa um risco "estatisticamente importante" para a segurança hospitalar.

---

13. **Fatoração de Equações Diferenciais da Física-Matemática.** Ferreira da Silva, M.; Santos, A.M. e Gota, M.

---

## 1 - INTRODUÇÃO

O Método de Fatoração é um método simples e elegante de resolução de algumas das principais equações da Física, em especial na Mecânica Quântica, onde os peradores de fatoração identificam-se com os operadores de levantamento e abaixamento de índices.

Através deste Método conseguimos resolver equações como equação de Legendre, Bessel, Hermite, Laguerre, Chebychev tipo I e II. Aqui como exemplo resolveremos as equações de Laguerre e Chebychev tipo I.

## 2 - Equação de Laguerre

$$x \frac{d^2 y}{dx^2} + (1-x) \frac{dy}{dx} + ny = 0 \quad (1)$$

multiplicando a expressão por  $x$  obtemos:

$$x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} + (1-x)x \frac{dy}{dx} + nxy = 0 \quad (2)$$

Tentaremos fatorar esta equação na forma:

$$\left[ x \frac{d}{dx} + f_1 \right] \left[ x \frac{d}{dx} + f_2 \right] y = -ky \quad (3)$$

o que equivale a:

$$\left[ x^2 \frac{d^2}{dx^2} + x \frac{d}{dx} + f_2 x \frac{d}{dx} + f_2' x + f_1 x \frac{d}{dx} + f_1 f_2 \right] y = ky \quad (4)$$

Obs:  $f_1$  e  $f_2$  são funções e  $k$  é uma constante.

Comparando as expressões (2) e (4) encontramos um sistema:

$$\begin{aligned} x(f_1 + f_2 + 1) &= (1+x)x \\ f_2' x + f_1 f_2 + k &= nx \end{aligned} \quad (5)$$

Na resolução deste sistema encontramos duas respostas que satisfazem as igualdades:

1)

$$\begin{aligned} f_1 &= -n' \\ f_2 &= n' - x \end{aligned} \quad (6)$$

Substituindo estes valores no sistema encontramos

2)

$$\begin{aligned} n' &= n + 1 \\ k &= n'^2 \Leftrightarrow k = (n + 1)^2 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} f_1 &= n' - x \\ f_2 &= -n' \end{aligned} \quad (8)$$

Fazendo as devidas substituições e seguido o mesmo trajeto feito anteriormente obtemos:

$$\begin{aligned} n' &= n \\ k &= n'^2 \Leftrightarrow k = n^2 \end{aligned} \quad (9)$$

Substituindo (6),(7) e (8),(9) na (3), teremos

$$\left[ x \frac{d}{dx} - (n+1) \right] \left[ x \frac{d}{dx} + (n+1) - x \right] y = -(n+1)^2 y \quad (10)$$

e

$$\left[ x \frac{d}{dx} + n - x \right] \left[ x \frac{d}{dx} - n \right] y = -n^2 y \quad (11)$$

Agora se definirmos como operadores

$$C_n = -\frac{1}{n^2} \left[ x \frac{d}{dx} - n \right] \quad (12)$$

e

$$C_n^+ = \left[ x \frac{d}{dx} + n - x \right] \quad (13)$$

Verificaremos que a (10) e (11) podem ser escritas da seguinte forma:

$$H_n y + n = C_{n+1} C_{n+1}^+ y_n = y_n \quad (14)$$

ou

$$H_n y_n = C_n^+ C_n y_n = y_n \quad (15)$$

Painéis

Multiplicando, pelo lado esquerdo a (15) por  $C_n$ , obtemos:

$$\begin{aligned}C_n H_n y_n &= C_n C_n^+ C_n y_n \\C_n H_n y_n &= H_{n-1} C_n y_n \\H_{n-1} C_n y_n &= H_{n-1} y_{n-1}\end{aligned}\tag{16}$$

Concluimos que:

$$y_{n-1} = C_n y_n\tag{17}$$

Agindo da mesma forma com a (14) mas agora multiplicando por  $C_{n+1}$

$$\begin{aligned}C_{n+1}^+ H_n y_n &= C_{n+1}^+ C_{n+1} C_{n+1}^+ y_n \\C_{n+1}^+ H_n y_n &= H_{n+1} C_{n+1}^+ y_n \\H_{n+1} C_{n+1}^+ y_n &= H_{n+1} y_n\end{aligned}\tag{18}$$

Concluimos que:

$$y_{n+1} = C_{n+1}^+ y_n\tag{19}$$

### 3 - Equação de Chebychev

$$(1-x^2) \frac{d^2 y}{dx^2} - x \frac{dy}{dx} + n^2 y = 0\tag{20}$$

Multiplicando a equação por  $(1-x^2)$ , temos:

$$(1-x^2)^2 \frac{d^2 y}{dx^2} - x(1-x^2) \frac{dy}{dx} + n^2 (1-x^2) y = 0\tag{21}$$

Tentaremos fatorar esta equação da seguinte forma:

$$\left[ (1-x^2) \frac{d}{dx} + f_1 \right] \left[ (1-x^2) \frac{d}{dx} + f_2 \right] y = -ky\tag{22}$$

que equivale a,

(23)

$$\left\{ (1-x^2)^2 \frac{d^2}{dx^2} + [-2x(1-x^2) + (1-x^2)f_1 + (1-x^2)f_2] \frac{d}{dx} + (1-x^2)f_2 + f_1 f_2 \right\} y = -ky$$

comparando com a equação (21) teremos o seguinte sistema:

$$\begin{aligned} (1-x^2)(-2x + f_1 + f_2) &= (1-x^2)(-x) \\ (1-x^2)f_2 + f_1 f_2 + k &= (1-x^2)n^2 \end{aligned} \quad (24)$$

na resolução deste sistema obtemos duas soluções:

1)

$$\begin{aligned} f_2 &= n'x \\ f_1 &= -(n' - 1)x \end{aligned} \quad (25)$$

substituindo estes valores no sistema obteremos  $n' = n$  e  $k = n(n-1)$ , portanto:

$$\left[ (1-x^2) \frac{d}{dx} - (n-1)x \right] \left[ (1-x^2) \frac{d}{dx} + nx \right] y = -n(n-1)y \quad (26)$$

2)

$$\begin{aligned} f_2 &= -(n' - 1)x \\ f_1 &= n'x \end{aligned} \quad (27)$$

com estes obtemos  $n' = n+1$  e  $k = n(n+1)$

$$\left[ (1-x^2) \frac{d}{dx} + (n+1)x \right] \left[ (1-x^2) \frac{d}{dx} - nx \right] y = -n(n+1)y \quad (28)$$

Painéis

Vamos agora definir como operadores:

$$C_n^+ = - \left[ \frac{(1-x^2)}{n} \frac{d}{dx} - x \right] \quad (29)$$

$$C_n = + \left[ \frac{(1-x^2)}{n} \frac{d}{dx} + x \right]$$

Verificamos que a (26) e a (28) podem ser escritas como,

$$H_n y_n = C_{n-1}^+ C_n y_n = y_n \quad \text{e} \quad H_n y_n = C_{n+1} C_n y_n = y_n \quad (30)$$

Com isto fica fácil encontrar os operadores de levantamento e abaixamento de índice

\*

$$C_n H_n y_n = C_n C_{n-1}^+ C_n y_n \quad (31)$$

$$C_n H_n y_n = H_{n-1} C_n y_n = H_{n-1} y_{n-1} \quad (32)$$

Portanto o nosso operador abaixamento de índice é,

$$y_{n-1} = C_n y_n \quad (33)$$

\*

$$C_n^+ H_n y_n = C_n^+ C_{n+1} C_n^+ y_n \quad (34)$$

$$C_n^+ H_n y_n = H_{n+1} C_n^+ y_n = H_{n+1} y_{n+1} \quad (35)$$

E o nosso operador de levantamento de índice,

$$y_{n+1} = C_n^+ y_n \quad (36)$$

#### 4 - Bibliografia

- Arfken, G.** *Mathematical Methods for Physicist*. New York: Academic Press, 1966
- Butkov, E.** *Mathematical Physics*. New York: Addison - Wesley, 1968
- Gasiorwicz, S.** *Quantum Physics* New York: John Wiley & Sons, 1974
- Goto, M.** *O Método dos Operadores de Fatorização em Sistemas Quânticos Tridimensionais*, Rev. Bras. de Ensino de Física, v.15, 1993

**SESSÃO B1: Proposta de Intervenção no Ensino de Física**

Coordenadora: Maria Lucia Abib

**1. Proposta de um Enfoque Construtivista para o Ensino das Aulas de Laboratório de Física Básica. Ferreira, N.C.; Giraldo, V. A.**

Quando se fala sobre o uso dos experimentos no ensino de Física Básica, existe um consenso surpreendente no que se refere a sua importância; no entanto podemos aplicar quase como regra o sábio refrão que em espanhol diz "Del dicho al echo hay muy trecho".

Por outro lado ao revisarmos a bibliografia que se refere ao ensino de Ciências e, em especial da Física, pode-se apreciar que muito pouco se tem dedicado ao estudo do processo ensino-aprendizagem que acontece nas aulas de laboratório.

No painel tentamos mostrar a nossa percepção do que seria o processo de ensino-aprendizagem sob um enfoque construtivista, para as aulas de laboratório de Física Básica.

Consideramos que no processo de ensino-aprendizagem sempre devem ser levados em conta os seguintes elementos fundamentais: o professor, o aluno, o conhecimento, os materiais educativos, o contexto e a avaliação.

Destacamos as relações entre estes elementos; e salientamos o papel do professor e do aluno, no processo de (re)construção de conhecimento, o qual é consequência não só de uma negociação de significados, através do qual se consegue uma aprendizagem significativa no aluno.

Para isso é importante o uso do Material Experimental Conceitual.

A figura tenta mostrar nossa proposta, que será explanada, com maior clareza, no painel.



---

## 2. O Saber Docente em Construção no Ensino de Ciências para Séries Iniciais do 1º Grau. Silva, A.V.P. da; Nardi R.

---

O ensino de Ciências no Brasil sofreu nas últimas décadas inúmeras reestruturações e mudanças, alguns estudos contudo apontam para um quadro desse ensino, no qual a realidade da sala de aula pouco reflete dessas mudanças, sendo que nas séries iniciais do primeiro grau esse quadro é agravado, pois muitas vezes o ensino de Ciências é desenvolvido apenas como um apêndice obrigatório da estrutura curricular. Do confronto entre a trajetória de mudanças, incorporadas pelo menos em seus elementos teóricos, e a realidade desse ensino surgiram as questões orientadoras desse trabalho: O que impede a adoção de, pelo menos, alguns desses elementos teóricos, oriundos das mudanças no ensino de Ciências, nas séries iniciais do 1º grau? Que elementos são intervenientes como facilitadores ou impedimentos para elas se efetivarem?

Alguns estudos apontam a precariedade da formação dos docentes e das condições existentes nas escolas, bem como a compreensão dos professores acerca das mudanças, como esses elementos. Esse estudo, de natureza qualitativa, buscou através de uma intervenção junto aos docentes de terceira e quarta séries de escolas públicas de Bauru (SP), a partir da caracterização do ensino de Ciências realizado em seus elementos (objetivos, conteúdo, metodologia, avaliação e planejamento) e das concepções mais atualizadas acerca desse ensino, a construção de um saber docente que possibilitasse implementar ações pedagógicas capazes de introduzir algumas das mudanças no ensino de Ciências das salas de aula e desvelar os fatores que facilitassem ou impedissem essas mudanças.

O processo de construção pode ser descrito através dos seus momentos: Planejamento da intervenção, Explicação da prática, Ações alternativas e Análise do movimento de mudança.

Os resultados permitiram estabelecer um quadro analítico da realidade do ensino de Ciências nas terceiras e quartas séries das escolas envolvidas, cujo pano de fundo foi a concepção teórica vigente para esse ensino; a elaboração de um instrumento de análise pelos docentes; a organização das mudanças detectadas sob os focos da compreensão dos docentes acerca do ensino de Ciências, do seu fazer docente e do ensino de Ciências na sala de aula; além do levantamento e análise dos fatores que facilitaram ou impediram essas mudanças.

---

## 3. Mudança Conceitual & Ensino de Ciências. Arruda S.M.; Villani, A.

---

Nesse trabalho é feita uma síntese do modelo de mudança conceitual (MMC) de Posner, Strike, Hewson e Gertzog (1982), um dos principais modelos teóricos que servem de base a investigações sobre estratégias instrucionais no ensino de ciências. São apresentadas as modificações introduzidas nos últimos anos e também são discutidas algumas recentes aplicações em pesquisa. Nosso principal objetivo é

divulgar o modelo que ainda não é muito conhecido no Brasil e mostrar sua potencialidade e fertilidade como programa de pesquisa.

---

#### 4. Propostas de Conteúdos para o Ensino de Física e sua Prática Efetiva. Uma Revisão Bibliográfica. Carvalho, A.M.P. de; Vannucchi, Andréa

---

### Introdução

O presente trabalho constitui-se numa revisão bibliográfica a cerca da relação entre os conteúdos de Física sugeridos pela comunidade científica para integrarem os currículos de 1o, 2o e 3o graus e a adoção efetiva desses conteúdos recomendados.

Acredita-se que tal sistematização possa contribuir para situar os pesquisadores da área no contexto no qual estão inseridos e também, incluindo os professores em geral, para que todos possam rever e melhor direcionar sua prática, seja esta em pesquisa, seja esta no magistério.

### Obtenção e Análise dos Dados

Esta revisão bibliográfica, que abrange os quatro anos desta década de 90, foi realizada a partir de atas e anais de encontros científicos nacionais e internacionais sobre Ensino de Física considerados como dentre os mais importantes. Assim, foram analisadas as Atas dos dois SNEFs realizados em 1991 e 1993, do EPEF de 1990, do RELAEF de 1992, as Memórias das REFs argentinas de 1991 e 1993 e do congresso organizado pela revista Enseñanza de las Ciencias de 1993 e os Proceedings dos Congressos organizados pelo Groupe International de Recherche sur l'Enseignement de la Physique - GIREP, 1991 e 1993, que tiveram o apoio da International Commission on Physics Education (IUPAP).

Para analisar-se os conteúdos sugeridos pela comunidade científica como importantes para o currículo de Física, remeteu-se às palestras, conferências, mesas-redondas e grupos de trabalho. Gostaríamos de ter incluído os cursos nesse grupo, pois sabe-se que muitas propostas curriculares são desenvolvidas nesta atividade, entretanto, o que aparece nas atas sobre cursos é tão sucinto que poderia induzir a erros de interpretação. Para analisar-se a adoção efetiva dos conteúdos recomendados foi avaliada a frequência de inclusão desses conteúdos nos trabalhos "em sala de aula", em geral apresentados em comunicações orais e painéis. Por "trabalhos em sala de aula" entende-se tanto descrições de cursos efetivamente colocados em prática, como também novos currículos implantados ou em processo de implantação.

Procurou-se classificar as exposições e os trabalhos apresentados nas seguinte categorias: Cotidiano, Interdisciplinaridade, Física Moderna e/ou Contemporânea, História e Filosofia da Ciência e Ensino Cognitivista.

Primeiramente, para cada encontro científico, foi feita uma leitura para verificar quais trabalhos se encaixavam nas categorias definidas. Após esta seleção os

trabalhos foram separados em dois grupos: aqueles que propunham as inovações curriculares ou metodológicas e aqueles que de fato adotavam as inovações, fossem na prática de sala de aula em cursos regulares ou de extensão, fossem descrições de novos currículos desenvolvidos e adotados em instituições de ensino.

As categorias estão, em linhas gerais, descritas abaixo:

Na categoria Cotidiano estão inseridos os trabalhos que utilizam o cotidiano para daí extrair-se temas geradores, estes podendo constituir-se ou não no objeto de estudo, sendo que no segundo caso, têm a função de despertar o interesse pelo assunto a ser abordado ou para se ensinar o processo de produção de abstrações necessário para a construção das leis físicas (Hosoume, Kawamura e Menezes, 1994). Esta categoria engloba também os trabalhos com Astronomia, sendo tratados nesta temática, tópicos como fases da lua, marés, precessão, rotação e translação da Terra.

Os trabalhos na categoria Interdisciplinaridade estão mais concentrados no curso de primeiro grau e têm por objetivo uma integração entre o ensino de ciências e as outras disciplinas, partindo do levantamento da realidade vivenciada pela "comunidade" onde está localizada a escola (Delizoicov e Zanetic, 1993).

A categoria Física Moderna e/ou Contemporânea refere-se à abordagem de temas da Física Moderna e Contemporânea à nível de 1o e 2o graus e da Física Contemporânea no 3o grau. Estão incluídas aplicações tecnológicas recentes, que podem em alguns casos estar inseridas como parte do cotidiano, sendo este por exemplo o caso dos raios-X ou da fibra ótica.

A categoria História e Filosofia da Ciência engloba a epistemologia da ciência, sua natureza, seu caráter de construção permanente, ou na sua dimensão cultural, conhecimento socialmente constituído, não se tratando necessariamente de mais um conteúdo no ensino de Física, mas na forma de abordar os conteúdos normais, contextualizando-os, para que os estudantes aprendam algo sobre "a natureza da ciência", além do conteúdo da ciência propriamente dito (Matthews, 1994).

A categoria Ensino Cognitivista engloba os diversos referenciais teóricos que tratam de mudança conceitual, concepções alternativas, etapas de desenvolvimento intelectual. Nos trabalhos com formação de professores esta temática pode ser o próprio conteúdo do curso em questão, enquanto que para os demais casos constitui-se nos pressupostos metodológicos adotados.

Todas estas linhas temáticas se inter-relacionam e não sendo mutuamente excludentes, nos trabalhos apresentam-se geralmente mais de uma delas.

Classificou-se tanto as propostas de inovação do ensino de Física como o relato das ações em sala de aula que se encaixaram nas categorias definidas, também quanto ao nível de escolaridade para qual era feita a sugestão ou era executado o trabalho em sala de aula. Os trabalhos em sala de aula foram classificados nas subcategorias abaixo ou em combinações delas:

Ensino de primeiro grau;

## Painéis

Ensino de segundo grau, subdividido em curso secundário, incluindo o segundo grau técnico, e curso magistério;

Ensino de terceiro grau, subdividido em curso de licenciatura, bacharelado ou indiferente, quando não discriminado ou relativo à carreiras onde não há esta divisão;

Cursos de extensão, fossem para professores de primeiro ou segundo grau, em formação ou em serviço, fossem para estudantes dos cursos regulares.

As propostas de conteúdos curriculares eram muitas vezes feitas de uma maneira mais geral em relação ao nível de escolaridade para o qual se dirigiam, pois há uma implicação direta entre formação de professores para dado nível e o ensino nesse nível; isto é, a introdução dos conteúdos nos currículos pressupõe professores capacitados para tal e por outro lado, a inclusão dos conteúdos nos cursos de formação de professores implica –pelo menos em tese– em sua introdução nos currículos dos cursos primário e secundário. Assim sendo, as propostas apresentadas nos encontros científicos foram classificadas em:

Ensino de primeiro grau, incluindo o curso primário, o curso magistério e cursos de extensão para ambos os níveis e para professores em serviço;

Ensino de segundo grau, incluindo o curso secundário, o curso de licenciatura e cursos de extensão para ambos os níveis e para professores em serviço;

Ensino de terceiro grau: bacharelado ou indiferente, quando não especificado ou quando relativo à carreiras onde não há subdivisão em bacharelado e licenciatura.

A partir dos dados assim coletados construiu-se tabelas que descrevesse cada um dos eventos. Foram construídas duas tabelas para cada encontro científico: uma relativa aos conteúdos sugeridos e outra relativa aos conteúdos efetivamente adotados no ensino de Física.

## Conclusões

Os trabalhos que descrevem experiências onde os conteúdos curriculares foram efetivamente adotados correspondem, para todos os encontros científicos, de 20% a 30% do total de trabalhos apresentados.

A partir das tabelas construídas para cada um dos encontros científicos, foram elaboradas tabelas síntese que pretendem fornecer um panorama geral das propostas e tendências curriculares nesta década. As Tabelas 1 e 2 são referentes à ênfase curricular verificada nas sugestões e nos relatos de ação em sala de aula, respectivamente. As Tabelas 3 e 4 são referentes ao nível de escolaridade para os quais se dirigiam as sugestões e os relatos de ação em sala de aula, respectivamente.

| ÊNFASES CURRICULARES PREDOMINANTES NAS SUGESTÕES |    |              |                       |                                   |  |                                       |                            |
|--|----|--------------|-----------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------|
|  |    |              | co<br>ti<br>di<br>ano | inter<br>disci<br>plinari<br>dade | Física Mo<br>derna e/ou<br>Contem<br>porânea | História e<br>Filosofia da<br>Ciência | ensino<br>cogni<br>tivista |
| e<br>n<br>c<br>o<br>n<br>t<br>r<br>o<br>s        | n  | SNEF 91      |                       |                                   | X  | X                                     |                            |
|  | a  | SNEF 93      |                       |                                   |  | X                                     |                            |
|  | c. | EPEF 90      |                       |                                   |  | X                                     | X                          |
|  | i  | RELAEF 92    |                       |                                   |  | X                                     | X                          |
|  | n  | REF 91       |                       |                                   |  | X                                     | X                          |
|  | t  | REF 93       |                       |                                   |  |                                       | X                          |
|  | e  | Enseñanza 93 |                       |                                   |  | X                                     | X                          |
|  | r  | GIREP 91     |                       |                                   | X  |                                       | X                          |
| s  | n. | GIREP 93     |                       |                                   | X  |                                       | X                          |

Tabela 1. Ênfase curricular das sugestões apresentadas nas reuniões científicas.

| ÊNFASES CURRICULARES PREDOMINANTES NOS TRABALHOS<br>"EM SALA DE AULA" |    |              |                       |                                   |  |                                       |                            |
|---|----|--------------|-----------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------|
|   |    |              | co<br>ti<br>di<br>ano | inter<br>disci<br>plinari<br>dade | Física Mo<br>derna e/ou<br>Contem<br>porânea | História e<br>Filosofia da<br>Ciência | ensino<br>cogni<br>tivista |
| e<br>n<br>c<br>o<br>n<br>t<br>r<br>o<br>s                             | n  | SNEF 91      | X                     |                                   |  |                                       |                            |
|   | a  | SNEF 93      | X                     |                                   |  |                                       |                            |
|   | c. | EPEF 90      | X                     |                                   |  | X                                     |                            |
|   | i  | RELAEF 92    |                       |                                   |  | X                                     | X                          |
|   | n  | REF 91       |                       |                                   |  |                                       | X                          |
|   | t  | REF 93       |                       |                                   |  |                                       | X                          |
|   | e  | Enseñanza 93 |                       |                                   |  |                                       | X                          |
|   | r  | GIREP 91     | X                     |                                   |  | X                                     | X                          |
| s   | n. | GIREP 93     |                       |                                   | X  |                                       | X                          |

Tabela 2. Ênfase curricular dos trabalhos "em sala de aula" apresentados nas reuniões científicas.

Quanto aos conteúdos curriculares propostos, em todos os encontros internacionais um aspecto é enfatizado: a adoção de um ensino cognitivista. Esta tendência não aparece nos encontros nacionais, pois em apenas um deles, no EPEF de 1990, tal metodologia de ensino é salientada.

Outra prioridade apontada, inclusive nos encontros nacionais, é a inclusão da História e Filosofia da Ciência nos currículos escolares.

Nota-se a ênfase atribuída aos conteúdos da Física Moderna e/ou Contemporânea nos GIREPs de 1991 e 1993. Tal fato pode ser interpretado como decorrência natural das temáticas específicas dos dois encontros: *Teaching about Reference Frames: from Copernicus to Einstein* e *Light and Information*, respectivamente. Estas temáticas introduzem temas como Teoria da Relatividade no primeiro caso e fibra ótica ou fractais no segundo.

A temática cuja inclusão curricular apresenta maior consenso é a História e Filosofia da Ciência. Entretanto, não se pode dizer que esta seja uma tendência atual, já que sua presença nos trabalhos apresentados não corresponde à ênfase observada nas orientações.

Ao analisar-se os congressos não brasileiros –as REFs argentinas, os GIREPs predominantemente europeus e o congresso realizado pela revista *Enseñanza de las Ciencias*– é preciso salientar um aspecto: desaparecem as sugestões nas áreas do cotidiano e da interdisciplinaridade, sendo os trabalhos apresentados nestas áreas em número pouco significativo. Os trabalhos em interdisciplinaridade só foram encontrados nas REFs.

Observa-se no âmbito nacional, uma discrepância quanto à temática curricular predominante nas propostas e sua presença efetiva nos trabalhos apresentados. Os trabalhos "em sala de aula" concentram-se na temática do cotidiano, embora esta área não tenha sido considerada principal em nenhum dos encontros, nem mesmo naqueles realizados no Brasil.

De modo geral, a tendência internacional parece ser a prática de ensino cognitivista, como nota-se pela ênfase de propostas a este respeito e também pela predominância de trabalhos "em sala de aula" que adotam tal metodologia de ensino e aprendizagem.

| NÍVEL DE ESCOLARIDADE MAIS ABORDADO NAS SUGESTÕES   |                  |              |                   |                   |             |                  |   |
|---|------------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------|------------------|---|
|   |                  |              | ensino de 1º grau | ensino de 2º grau | bacharelado | não especificado |   |
| e<br>n<br>c<br>o<br>n<br>t<br>r<br>e<br>o<br>r<br>s | n<br>a           | SNEF 91      |                   | X                 |             |                  |   |
|   |                  | SNEF 93      |                   | X                 |             |                  |   |
|   | c<br>i           | EPEF 90      |                   |                   |             |                  | X |
|   |                  | RELAEF 92    |                   | X                 |             |                  |   |
|   | n<br>t<br>r<br>e | REF 91       |                   |                   |             |                  | X |
|   |                  | REF 93       |                   | X                 |             |                  |   |
|   |                  | Enseñanza 93 |                   | X                 |             |                  |   |
|   |                  | GIREP 91     |                   | X                 |             |                  |   |
| o<br>r  | GIREP 93         |              | X                 |                   |             |                  |   |

Tabela 3. Níveis de escolaridade predominantemente abordados nas sugestões curriculares apresentadas nos encontros científicos.

| NÍVEL DE ESCOLARIDADE MAIS ABORDADO NOS TRABALHOS "EM SALA DE AULA" |                  |              |                   |            |                               |                  |              |                                |             |
|---|------------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------------|------------------|--------------|--------------------------------|-------------|
|   |                  |              | ensino de 1º grau |            |                               |                  |              | ensino de 2º                   |             |
|   |                  |              | curso primário    | magistério | curso de extensão para profs. | curso secundário | licenciatura | curso de extensão para profis. | bacharelado |
| e<br>n<br>c<br>o<br>n<br>t<br>r<br>e<br>o<br>r<br>s                 | n<br>a           | SNEF 91      |                   |            |                               | X                |              | X                              |             |
|   |                  | SNEF 93      | X                 |            |                               | X                |              | X                              |             |
|   | c<br>i           | EPEF 90      |                   |            | X                             |                  |              | X                              |             |
|   |                  | RELAEF 92    |                   |            |                               |                  | X            | X                              |             |
|   | n<br>t<br>r<br>e | REF 91       |                   |            |                               |                  | X            |                                |             |
|   |                  | REF 93       |                   |            |                               | X                | X            |                                | X           |
|   |                  | Enseñanza 93 |                   |            |                               | X                |              |                                |             |
|   |                  | GIREP 91     | X                 |            |                               | X                |              |                                |             |
| o<br>r  | GIREP 93         |              |                   |            | X                             | X                |              |                                |             |

Tabela 4. Níveis de escolaridade predominantemente abordados nos trabalhos "em sala de aula" apresentados nos encontros científicos.

Em todos os encontros as sugestões de conteúdos concentram-se no ensino de 2º grau, seja na formação de professores nos cursos de licenciatura, seja nos cursos de extensão para professores secundários em serviço, seja na prática de sala de aula nos cursos secundários.

Em alguns dos encontros, como GIREP 91 ou SNEF 93, o ensino de 1º grau ou o curso de bacharelado não são sequer mencionados nas propostas curriculares.

Conforme as propostas presentes nos anais dos encontros, também os trabalhos apresentados concentram-se no ensino de 2º grau. Quanto ao ensino de 1º grau, os trabalhos "em sala de aula" são predominantemente restritos a cursos de Astronomia, sendo este sobretudo o caso dos trabalhos do GIREP 91, devido à própria temática do encontro. Quanto ao bacharelado, a pequena ênfase dada ao

ensino nesses cursos indica que não se está enfocando os problemas do ensino de Física quando este se dirige à formação do físico.

### **Referências Bibliográficas:**

- Coll, C. et alii, 1983. *Psicología genética y aprendizajes escolares*. Madrid, Siglo XXI de España Editores.
- Delizoicov, D.; Zanetic, J., 1993. A proposta de interdisciplinaridade e o seu impacto no ensino municipal de 1º grau, in Pontuschka, N.N. (org.) **Ousadia no Diálogo**, Edições Loyola, São Paulo.
- Hosoume, Y.; Kawamura, M.R.D.; Menezes, L.C., 1994. Objeto e objetivos no aprendizado da física, Publicação interna IFUSP/P-1110.
- Matthews, M.R., 1994. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual, **Enseñanza de las Ciencias**. 12(2), p. 255-277.

---

### **5. O Estudo da Revista de Ensino de Física no Período: 1979-1988.** Moret, A. de S.; Villani A.; Catani, D.B.

---

O presente estudo tem por finalidade contribuir para a compreensão do modo pelo qual se dá a produção e a divulgação de conhecimentos sobre ensino de Física mediante a análise da **Revista de Ensino de Física**.

A investigação levada a efeito permitiu o estabelecimento do ciclo de vida do periódico, a sistematização de informações básicas sobre o ensino e a análise do significado que a iniciativa de sua edição representa para a área do ensino no campo da Física no Brasil

As informações permitem relacionar o surgimento da Revista com o crescimento das preocupações com o ensino de Física e dentro de uma perspectiva de acordo entre os Físicos e àqueles interessados em ensino. Permitindo ainda, detectar indícios de promoção de status diferenciados para seções com conteúdos políticos educacionais.

---

### **6. Concepções de Professores de Física de 2º Grau: Análise de Depoimentos sobre suas Práticas.** Abib. M.L.V.S.

---

A importância de programas de formação continuada de professores tem sido apontada em diversos trabalhos sobre formação e atuação como os de Cunha (1989), Martins (1989) e Toscano (1991), que destacam o papel fundamental que as análises feitas pelos professores sobre sua prática pedagógica podem desempenhar nas transformações necessárias à superação de problemas relativos ao processo de ensino.

A partir do pressuposto de que os elementos básicos das possíveis análises de professores vinculam-se tanto às suas concepções como às experiências e vivências de sua prática pedagógica cotidiana, com a finalidade de obter subsídios para programas

de formação de professores de Física procurou-se investigar como estes pensam a respeito do ensino de Física, como declaram a sua prática e de que maneira analisam suas ações. Ou seja, procurou-se caracterizar como se configura o ensino praticado por professores de Física de 2º Grau, sob a ótica destes.

A investigação desenvolveu-se através de entrevistas semi-estruturadas nas quais procurou-se identificar as concepções dos professores sobre os processos de ensino e aprendizagem, as características por eles reveladas de sua prática docente quanto a objetivos principais do ensino de Física no 2º Grau, quanto a aspectos metodológicos centrais de planejamento e atividades desenvolvidas em classe, e ainda, quanto a métodos de avaliação. Procurou-se também caracterizar as principais dificuldades encontradas pelos professores e as análises feitas por estes em termos de possíveis inovações e superação de dificuldades.

A pesquisa desenvolveu-se com 14 professores de Física de 2º Grau, atuantes em escolas públicas e particulares da cidade de S. Carlos, S. Paulo, e outras cidades da região. A composição da amostra ocorreu em função da disponibilidade dos professores em participar da pesquisa.

No que se refere à formação principal, a amostra investigada constituiu-se de 6 alunos de cursos de graduação (5 de licenciatura em Física e 1 de Bacharelado em Matemática), 5 professores com Licenciatura em Física, 1 professor com Bacharelado em Física e 2 professores com Licenciatura em Química. Tem-se portanto a maioria dos sujeitos (10) com formação específica (ou em processo) na área investigada.

Quanto à experiência docente na área, pode-se identificar a presença de 3 grupos: um grupo de 4 professores iniciantes, com experiência de até 1 ano letivo (grupo A); um grupo de 5 professores com experiência de 3 a 4 anos (Grupo B); e um grupo de 5 professores com mais de 10 anos de experiência (Grupo C).

No quadro abaixo são apresentados de forma sintética uma parte dos dados obtidos sobre elementos declarados pelos professores quanto às suas concepções sobre ensino e aprendizagem, classificadas em três categorias - tradicional (I), intermediária (II), cognitivista (III) -, e quanto a alguns dos aspectos mais importantes sobre os elementos considerados no planejamento, sobre os conteúdos tratados e as atividades principais que ocorrem nas aulas, e ainda, sobre os instrumentos utilizados para a avaliação.

**CARACTERIZAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE ENSINO E APRENDIZAGEM E ASPECTOS CENTRAIS DA PRÁTICA DECLARADA**

| SUJEITOS | CATEGORIAS DE CONCEPÇÕES DE ENSINO E APRENDIZAGEM (*) | ELEMENTOS DA PRÁTICA DECLARADA               |                                 |  |   |
|----------|---|--|---------------------------------|--|---|
|          |   | PLANEJAMENTO (de aula)                       | CONTEÚDO (**)                   | METODOLOGIA  | AValiação (instrumentos)                |
| Loc      | I   | conteúdo experimentação (ilustração)         | clássico                        | exposição  | provas e listas de exercícios           |
| Sio      | I   | conteúdo                                     | clássico                        | exposição e exercícios                               | provas                                  |
| Rui      | II  | conteúdo metodologia (geral)                 | clássico                        | expos. com questionamento exercícios, experimentação | provas, relatórios                      |
| Cor      | I   | conteúdo                                     | clássico                        | expos. com questionamento, exercícios e filmes       | provas e trabalhos                      |
| Duc      | II  | conteúdo metodologia (diferenças de classes) | clássico                        | exposição e exercícios                               | provas (c/ questão de livre elaboração) |
| Tir      | I   | conteúdo                                     | clássico                        | exposição e exercícios                               | provas                                  |
| Geo      | I   | -  | clássico                        | exposição e exercícios                               | provas                                  |
| Rai      | I   | conteúdo metodologia                         | clássico                        | atividades variadas                                  | provas (ênfase) e instrumentos variados |
| Rod      | I   | conteúdo metodologia (explicações)           | clássico                        | exposição e exercícios                               | provas                                  |
| Sam      | I   | conteúdo                                     | clássico                        | exposição e exercícios                               | provas                                  |
| Lia      | III   | conteúdo metodologia (dif. de                | clássico c/diferentes inclusões | atividades variadas a partir da                      | provas, relatórios, seminários,         |

|     |    | classes)  |   | exposição c/<br>question.                          | trabalhos em<br>grupos                            |
|-----|----|---|---|--|---|
| Leo | II | conteúdo<br>objetivos                           | clássico  | atividades<br>variadas a<br>partir da<br>exposição | provas,<br>participação<br>em aula,<br>relatórios |
| Lad | I  | experimentaçã<br>o<br>(ilustração)              | clássico  | exposição e<br>exercícios                          | provas e listas<br>de exercícios                  |
| Nin | II | conteúdo,<br>objetivos<br>metodol.<br>(classes) | temas<br>clássicos c/<br>diferentes<br>enfoques | atividades<br>variadas                             | provas  |

(\*) I = concepção tradicional; II = concepção intermediária; III = concepção com elementos cognitivistas

(\*\*) Caracteriza-se o conteúdo como clássico quando é tratado, no 1º ano: Cinemática e Dinâmica, no 2º ano: Dinâmica e no 3º ano: Eletricidade e Óptica Geométrica

Pode-se constatar através da análise dos elementos descritos que grande parte dos sujeitos (9 professores) apresenta coerência entre suas concepções e os elementos centrais de sua prática. Nesta situação podem ser observados sujeitos que apresentam concepção tradicional de ensino (7 casos), a posição típica predominante no grupo investigado, e concepções intermediárias (2 casos).

É interessante notar que nos 5 casos restantes, onde se evidenciam descompassos entre as concepções e as práticas declaradas, em alguns casos os avanços em relação a um posicionamento tradicional ocorrem nas concepções e em outros, com relação à prática.

Do ponto de vista da prática declarada pelos sujeitos do grupo investigado, o aspecto mais evidente refere-se a uma convergência de grande parte dos depoimentos na explicitação de uma homogeneidade dos vários elementos analisados neste estudo, com destaque a questões de ordem metodológica, de enfoque dado aos conteúdos e de procedimentos de planejamento e avaliação.

Esse tratamento homogêneo, fundamentado na maior parte dos casos em uma concepção tradicional de ensino, traduz-se em planejamentos centralizados no conteúdo a ser abordado quase que exclusivamente através de aulas expositivas, resolução de exercícios, e uso eventual de atividades experimentais restritas a um caráter demonstrativo e acessório.

Esses aspectos convergem para resultados obtidos por outros estudos sobre ensino de Física que abordam esses elementos. Entre eles pode-se mencionar o trabalho de Toscano (1991), que resume a metodologia utilizada por um grupo de professores da região de Presidente Prudente pela tríade: teoria, fórmula, exercícios. De modo análogo, outro trabalho de caracterização da prática de professores de Física, realizada por Nardi (1990), aponta como métodos utilizados em sala de aula

pelos professores da região de Londrina, unanimidade no uso de aulas expositivas, e uso bastante restrito de outras técnicas como trabalho em grupo, estudo dirigido e discussão.

Além desses elementos da abordagem tradicional do ensino de Física no 2º grau, encontrou-se na prática declarada pelos sujeitos desta investigação importantes aspectos que revelam incoerências e pontos de possível ruptura dos sistemas apresentados.

Nesta direção, pode-se observar o confronto estabelecido entre os objetivos declarados pelos professores e essa prática predominante mais voltada à preparação para o vestibular do que para as finalidades primordialmente explicitadas de formação geral, como "desenvolver o raciocínio", "preparar para a vida", "interpretar fenômenos do dia-a-dia". Assim sendo, os conteúdos abordados obedecem mais às programações dos livros didáticos do tipo "apostilas de cursinho" (que apresentam-se como formas simplificadas dos conteúdos da proposta curricular oficial da década de 70), do que de orientações atuais na área.

Observa-se, portanto, a despeito desses confrontos, não percebidos pela maior parte dos sujeitos, uma inércia em seus comportamentos, que se reflete na realização de planejamento e avaliações que não adquirem o caráter de possibilitar análises sistemáticas dos processos utilizados, mas ao contrário, ocorrem segundo mecanismos que geram uma prática repetitiva.

A despeito dessa prática predominantemente homogênea e com tendência à estabilidade, pode-se observar nas declarações de uma parte considerável dos sujeitos, a explicitação de necessidades e tentativas diversificadas de pequenas transformações, ora no sentido de uma maior adequação das atividades de classe, ora no sentido de novas inclusões aos temas estudados ou ainda na utilização de uma ou outra nova forma de avaliação.

Desta maneira, o que se observa na maioria do grupo investigado são transformações em aspectos periféricos e diversificados, algumas vezes com relação estreita às concepções sobre ensino apresentadas pelos sujeitos, outras vezes colocadas pelos sujeitos em relação à sua formação e experiências profissionais, outras vezes ainda, vinculadas às condições das instituições onde estabelecem suas práticas.

Divergem desse comportamento predominante, os casos de dois sujeitos do grupo, que revelam tanto concepções renovadas de ensino como práticas pedagógicas diferenciadas, principalmente pelo enfoque dado ao tratamento de determinados conteúdos e por uma preocupação na realização de atividades que envolvem uma participação ativa dos alunos em discussões, experimentos e pesquisas.

Um dado bastante significativo sobre a prática declarada dos sujeitos do grupo investigado é que as principais características observadas ocorrem independentemente do tempo de experiência docente do professor, uma vez que não se detectou diferenças nos depoimentos dos Grupos A, B e C com relação aos aspectos centrais de suas práticas.

Embora esses resultados indiquem que o tempo de experiência docente não tenha contribuído para a modificação da abordagem tradicional predominante do grupo, pode-se observar algumas diferenças importantes em sujeitos com diferentes tempos de experiência docente.

O primeiro aspecto a ser destacado neste caso refere-se às modificações periféricas muitas vezes relacionadas pelos próprios sujeitos a alterações ocorridas na busca de uma superação das dificuldades dos alunos, o que indica que a experiência docente, vista como uma maneira de possibilitar análises do professor, consiste de um fator que pode contribuir para alterações na prática. Nesta direção, é importante destacar que, em geral, resultados dos alunos nas avaliações dos professores experientes apresentaram-se melhores do que o das professores com pouca experiência docente.

Um segundo aspecto relativo às possíveis influências da experiência docente pode ser identificado as análises apresentadas pelos sujeitos sobre as necessidades e possibilidades de novas transformações em suas práticas. Os sujeitos com pouca experiência docente evidenciaram uma série de lacunas, dúvidas e problemas que, segundo suas interpretações necessitam de solução, o que não se observou nos depoimentos da maior parte dos professores mais experientes que já apresentaram sistemas mais estáveis e organizadas, segundo suas óticas, em função dos limites institucionais.

Na direção de outros fatores que podem estar relacionados à prática dos sujeitos, os dados obtidos revelam forte influência exercida por elementos de natureza institucional, relativos desde a normas de funcionamento e condições estruturais de trabalho para o professor, até os objetivos pedagógicos e as atuações já estabelecidas pelo conjunto de professores da escola.

No que se refere à formação dos sujeitos, pode-se observar nos depoimentos dos dois professores que apresentam uma prática diferenciada do grupo predominante e nos dados relativos à sua formação, que estes estiveram envolvidos em diversas situações de aperfeiçoamento profissional tais como cursos de extensão em ensino, participação em cursos de aperfeiçoamento e de pós-graduação, o que sugere a importância deste tipo de atividade como um dos fatores a contribuir para transformações na prática docente.

Na conjugação das concepções sobre ensino e aprendizagem com os vários fatores que se mostraram relacionados à prática declarada dos sujeitos podem ser interpretados tanto a homogeneidade dos aspectos centrais dos procedimentos dos sujeitos, como os pontos divergentes que indicam algumas tentativas de inovação.

Os resultados obtidos neste estudo revelam por um lado, a importância das análises assistemáticas feitas pelo professor diante de suas experiências docentes, e por outro, sugere a limitação dessas como fator gerador de transformação da prática pedagógica.

Todos esses elementos convergem, juntamente com outros estudos sobre formação e atuação dos professores, para a necessidade de programas de formação

continuada que considerem a multiplicidade de fatores envolvidos na prática pedagógica dos professores, e possibilitem análises sistemáticas e novos referenciais de interpretação que permitam uma superação dos múltiplos problemas encontrados pelos professores e alunos.

## BIBLIOGRAFIA

- Cunha, M.I. **O bom professor e sua prática**. Campinas, Papyrus, 1989.
- Martins, P.L.D. **Didática teórica, didática prática. Para além do confronto**. São Paulo, Loyola, 1989.
- Toscano, C. **Acendo algumas "luzes" e tomando uns "choques": a proposta para o ensino de eletromagnetismo do GREF numa perspectiva de formação continuada dos professores**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 1991.
- Pagotto, M.D.S. **Formação e atuação: um estudo sobre representações de professores**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 1989.
- Mizukami, M.G.N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo, E.P.U., 1986.
- Nardi, R.; Martins, M.I.C. e Gav, A. Ensino de Física nas escolas de 2º grau da região de Londrina - Caracterização a partir de dados levantados junto a professores em exercício e alunos recém-egressos do 2º grau. **Revista de Ensino de Física**, 12, 1990, pp.104-122.

---

## 7. Projeto Aventuras Científicas. Pimentel Jr., R. A.

---

### Introdução

O interesse pelo engajamento em atividades ligadas às ciências naturais parece decrescer com a idade entre os jovens em idade escolar; e mais, esta parece ser uma tendência que vem se acentuando com o tempo. Nas estratégias de reversão deste quadro, a quase unanimidade dos professores e pesquisadores aponta para um ensino mais integrado das disciplinas científicas, com ênfase nos aspectos experimentais do trabalho científico<sup>1,ii,iii</sup>.

Em vista disso, as estratégias de instalação de programas educativos experimentais em escolas típicas necessitam ser implementadas com urgência, muito embora levando em consideração os diversos problemas que isto envolve, a começar pelos recursos materiais necessários (laboratório(s), equipamento), a qualificação do corpo docente e a própria definição da abordagem metodológica para o desenvolvimento das atividades com os alunos.

Em nossa escola, optamos pela criação de um Laboratório de Ciências de 1º Grau, atendendo a alunos da 5ª à 8ª séries. Inaugurado apenas no 2º semestre de 1994, o projeto didático do laboratório se baseia principalmente na utilização de um número reduzido de alunos do 2º grau da escola como monitores das atividades

experimentais. Selecionado pelo interesse e habilidade demonstrados com relação aos conteúdos abordados nas séries citadas, este grupo de monitores opera como um núcleo a partir do qual o interesse pela atividade científica é estimulado e irradiado para toda a escola, especialmente para as séries inferiores.

### As “Aventuras Científicas”

As assim chamadas “Aventuras Científicas” foram elaboradas a partir do planejamento do projeto didático de funcionamento do laboratório, quando se levantou a questão da motivação dos monitores. Para que o projeto do laboratório desse certo, era preciso não apenas que os monitores se envolvessem com as atividades pedagógicas normais do laboratório, isto é, aquelas em que orientam alunos mais novos, mas que o entendessem como um espaço onde pudessem efetivamente fazer e aprender ciência.

A cessão de bolsas de estudo, inicialmente cogitada como uma possível motivação para os monitores, não poderia fornecer isto. A solução encontrada foi a elaboração de atividades especiais para o grupo de monitores, nas quais pudessem se sentir desafiados a responder a uma questão específica envolvendo conceitos científicos. O custo destas atividades para a escola acaba sendo menor que a concessão de bolsas, e o resultado pedagógico muito maior.

Os conteúdos trabalhados e a própria idade do grupo induziu naturalmente à escolha de atividades de campo, nas quais, além do apelo científico, pudesse também haver um atrativo de desafio, aventura e contato com a natureza. A maior dificuldade é o planejamento das atividades, que precisa ser feito com extremo cuidado e conhecimento das concepções prévias do grupo de monitores.

A partir desta idéia inicial, percebeu-se o potencial destas atividades para a realização de outros objetivos também incluídos no projeto do laboratório. Assim, pode-se dizer que as “Aventuras Científicas” foram elaboradas tendo em vista as seguintes metas:

- Motivar o aluno da escola a participar do laboratório como monitor;
- Contribuir para uma melhor compreensão dos processos de aquisição de conhecimento de que faz uso a Ciência por parte do monitor, o que implica incrementar a qualidade do serviço prestado pelo monitor à escola nas atividades por ele orientadas;
- Treinar o monitor em habilidades de utilidade no laboratório e ampliar seus conhecimentos de uma forma integrada;
- Propiciar uma rápida integração do grupo de monitores, através de um trabalho cooperativo e dinâmico, que envolve pelo menos uma atividade externa;
- Desenvolver um know-how de atividades experimentais para o laboratório;

- Coletar dados e material de possível uso pedagógico pelo corpo docente da escola;
- Reduzir os custos de instalação do projeto do laboratório.

A elaboração de uma “Aventura Científica” envolve o conhecimento dos interesses e concepções prévias do grupo de monitores acerca dos conceitos científicos que se pretende abordar, bem como dos recursos intelectuais, materiais e de organização do grupo para a solução do desafio. Aí é que está o ponto mais novo da questão.

Em primeiro lugar, é importante que a elaboração e apresentação das “Aventuras Científicas” aos monitores seja capitaneada por um professor específico, ou pelo professor de laboratório, no caso de haver um. Assim torna-se mais fácil o conhecimento individualizado dos monitores, de seus interesses, destrezas e limitações, bem como da forma como se relacionam e se organizam enquanto grupo. Isto irá ajudar na construção de novas “Aventuras Científicas”.

Uma boa idéia é começar com uma proposta simples de ser realizada. A “Aventura Científica nº 1”, sobre a temperatura de ebulição da água, em anexo, ilustra bem a idéia. A partir daí será mais fácil estabelecer uma sistemática de ação do grupo e perceber para onde direcionar as atividades seguintes. A expectativa é a de que inicialmente as atividades pareçam um pouco confusas e que o tratamento dado pelo grupo à questão levantada seja um tanto quanto superficial, ou ainda de que o grupo não consiga interpretar coerentemente os dados obtidos, e as respostas sejam um tanto quanto ambíguas. Aos poucos, com uma avaliação de cada atividade feita pelo grupo como um todo, tendo o professor como orientador, a tendência deverá ser uma melhor compreensão do papel do experimento no conhecimento científico e de seu processo de construção.

A orientação destas atividades é feita semanalmente, durante um encontro de cerca de uma hora e meia com o grupo de monitores, no próprio laboratório. O encontro inicial é destinado à apresentação da proposta da “Aventura Científica” daquele mês, e a esclarecimentos gerais a seu respeito. Os monitores elaboram então suas primeiras hipóteses e as discutem em grupo.

Na semana seguinte, algumas hipóteses já são amparadas por observações ou teorias mais gerais, o que enriquece a discussão. Quando bem redigida, a proposta de atividade deve bastar como intervenção do professor na discussão, mas isto não implica evidentemente numa posição totalmente passiva por parte deste no desenvolvimento dos debates. O professor pode e deve introduzir dados, questionamentos, etc. ao longo do processo, tanto quanto ache necessário. O importante a observar é que não é tão fundamental que o grupo chegue à hipótese “correta”, mas a uma que possam testar e chegar a alguma conclusão a partir de suas próprias idéias.

As reuniões seguintes, no máximo mais duas, deverão ser dedicadas à elaboração de estratégias para testar as hipóteses apresentadas pelo grupo como solução ao desafio e verificar suas conseqüências. Eventualmente será necessário

treiná-los em alguma técnica específica, e optar por horários, locais, equipamentos, etc. Aqui provavelmente o professor será chamado a intervir de forma mais efetiva. Por exemplo, no caso da variação da temperatura de ebulição da água, os monitores chegam rapidamente à conclusão de que a pressão do ar pode exercer alguma influência, e que, portanto, medindo-se esta temperatura ao nível do mar e “no alto de algum morro” ou prédio serão capazes de verificá-lo. E logo preparam uma excursão ao morro mais próximo para medir a temperatura de ebulição da água em seu topo. É preciso uma intervenção do professor, que é quem tem o conhecimento da ordem de grandeza desta variação e da resolução do termômetro a ser utilizado, para que a excursão, especialmente esta primeira, não resulte em um resultado que não saberão interpretar. Inquiridos sobre se a altitude do morro será suficiente para que o ar lá em cima esteja a uma pressão assim tão diferente do nível do mar, os monitores logo pensarão em subir o morro mais alto possível. Facilidades de acesso e de mensuração da altitude também serão levadas em conta. Mas é necessário que o professor tenha conhecimento, previamente, de um local onde saiba ser possível realizar a atividade experimental. No caso específico da atividade mencionada, o Pico da Tijuca, no Parque Nacional da Tijuca (Floresta da Tijuca), no Rio de Janeiro, com seus 1.022m de altitude, oferece excelente local para o trabalho de campo, em atividade que dura o dia inteiro.

O grupo de monitores realiza então os experimentos que elaboraram. Alguns podem já ter sido feitos previamente, no laboratório. Por exemplo, para verificar que a temperatura de ebulição da água não depende da massa de água envolvida, não é necessário sair do laboratório. De qualquer maneira, os experimentos levados a cabo durante a excursão devem representar o fecho do trabalho experimental.

A partir daí é dado um prazo de uma semana para que o grupo discuta os resultados obtidos com seus experimentos e elabore um relatório que visa responder à questão apresentada na proposta da atividade, calcado nas idéias, observações e resultados experimentais do grupo. Uma avaliação deste relatório é feita com o grupo antes da apresentação da “Aventura Científica” seguinte.

Uma boa divulgação dos resultados obtidos é feita afixando-se painéis com os registros das “Aventuras Científicas” (fotos, desenhos, relatórios, gráficos, mapas, rascunhos e anotações de campo, etc.) nas paredes ou murais do laboratório.

## **A Seguir**

A Aventura Científica nº 2 contemplava o eclipse do Sol de 3 de novembro de 1994 e sua relação com a maré, enquanto a nº 3 dizia respeito à possibilidade de existência de organismos heterotróficos sésseis no ambiente marinho, graças à mobilidade do plâncton, e evidenciava as relações que se estabelecem entre estes organismos, seja entre si ou com o ambiente. Cópias das propostas de atividade podem ser pedidas ao autor.

## Painéis

Não obstante, a proximidade do término do ano letivo, entre outras dificuldades a nível da organização do próprio trabalho do laboratório, prejudicou a execução destas duas outras Aventuras Científicas, de forma que os resultados não foram satisfatórios.

Para 1995, espera-se a realização de pelo menos 6 novas Aventuras Científicas, ou seja, três por semestre.

### **Anexo — exemplo de proposta de atividade:**

#### **Projeto Aventuras Científicas**



#### **Nº 1 — Temperatura de Ebulição da Água.**

Todos ouvimos falar que a temperatura de ebulição da água pura é de 100°C. Será que isso é verdadeiro; e, em caso afirmativo, será que é verdadeiro sempre?

Seu desafio é determinar, com amaior exatidão possível, a temperatura de ebulição da água, investigando se, quando e como varia.

Tendo em vista os seus conhecimentos dos processos microscópicos que têm lugar ao longo de uma mudança de estado físico e o conceito de temperatura de um corpo, discutam que espécie de grandeza física pode influenciar a temperatura na qual se dá uma mudança de estado, especificamente no caso da ebulição. A partir daí, elaborem hipóteses, e uma seqüência de atividades (experimento) para testar criteriosamente estas hipóteses.

Tentem pensar em todos os detalhes que estão envolvidos na realização do experimento para que seus resultados possam ser concludentes. Procurem organizar-se de forma eficiente e dividir as tarefas inteligentemente, aproveitando ao máximo as habilidades e conhecimentos de cada um.

O experimento deverá ser formulado e preparado ao longo do mês de setembro, sendo levado a cabo no último sábado deste mês. Um relatório da Aventura deverá ser entregue à coordenação do laboratório em até sete dias após a conclusão do desafio, incluindo tabelas, gráficos e outros tipos de registros relevantes.

---

8. **Integração dos Conceitos de Velocidade, Espaço e Tempo - um Estudo na Escola Particular de Primeiro Grau.** Frota, P.R.O.; Roazzi, A.; De Carvalho, M. R.

---

### 1. Introdução

A integração dos conceitos de velocidade espaço e tempo é questão que tem sido investigada dentro dos estudos transculturais ( Berndt & Wood, 1974; Bovet & Othenin-Girard, C. 1975; Ge, Fu-Xi & Fan, 1982; Levin, 1977, 1978; Levin, et al. 1978, 84, 89; Mori 1976; Piaget, 1946a/1969; Wilkening, 1981; e Wilkening et al., 1982). No Brasil, os resultados obtidos na escola pública ( Frota, 1993; Frota, Roazzi e Carvalho, 1994) nos remetem a uma questão básica central: Haveriam diferenças significativas nos desempenho de escolares da escola particular, quanto à gênese da integração do conceito de espaço em função da velocidade e do tempo? - ou melhor, o tipo de escola seria fator influente na aquisição destes conceitos?

Se considerarmos os pressupostos de que a escola particular, de classe média:

- a) atende à uma clientela advinda de lares de poder sócio-econômico diferenciado, portadora de vivências diárias eivadas de referenciais de tempo e velocidade (uso de carro próprio, horários marcados, possuir relógio, uso da TV e outros instrumentos eletro-eletrônicos em que estão presentes os conceitos de espaço, tempo e velocidade);
- b) possui uma estrutura organizacional que lhe permite um controle de qualidade das ações educativas ali efetuadas; é de se esperar que estas condições possam de uma certa forma atuarem significativamente na construção dos conceitos físicos.

A Escola particular trabalhada tem como características o atendimento a alunos advindos de classes de nível sócio-econômico médio, caracterizado pelo rendimento dos pais, situados na faixa acima de 08 salários mínimos e localizada em bairro privilegiado da Zona Leste da cidade de Teresina. A escola possui biblioteca, laboratórios de Ensino de Ciências, laboratório de Informática, quadras de esporte e piscina além de apresentar, anualmente, uma feira de ciências aberta ao público, com a participação de seus alunos e professores.

A amostra contou com 96 alunos sendo 57 do sexo feminino e 39 do sexo masculino, distribuídos pelas oito séries do primeiro grau, 12 alunos por série.

Cada aluno foi submetido individualmente a uma bateria de testes de controle ( WISC e Matriz Colorida de RAVEN), em busca da homogeneidade da amostra após o que submeteu-se a clientela a um teste experimental de avaliação de tempo, espaço e velocidade, onde era dado duas das variáveis e o aluno estimaria a outra. O experimento consistia de um tabuleiro contendo uma pista de 3 metros de extensão, três miniaturas em plástico (um homem a pé, uma bicicleta e um carro), com sete centímetros de comprimento aproximadamente. Um gravador com uma gravação do

som intermitente de uma sirene, com as durações de 2, 5 e 8 segundos. Após o toque aleatório da sirene o aluno deveria mover uma das três figuras pela pista, colocando-a onde julgasse que ela chegaria ao longo do tempo em que durou o toque da buzina. Cada sujeito era chamado a fornecer 29 estimativas de distância percorrida, cruzamento dos tempos (2, 5 e 8 segundos) com as figuras que efetuariam os percursos (homem a pé, bicicleta e carro), o resultado era grafado em diagrama espaço tempo e depois trabalhado estatisticamente.

## 2. Análise de Dados

Das médias das estimativas de distância dos oito grupos de sujeitos da escola particular em função da velocidade e do tempo foram construídos gráficos representativos por série. A análise destes gráficos revelou que as variáveis espaço, tempo e velocidade individualmente são bem entendidas por todas as faixas etárias. Desta forma, a distância percorrida pelo homem a pé é sempre julgada inferior que a distância percorrida de bicicleta e de carro. Ao mesmo tempo a velocidade do homem de bicicleta é sempre julgada inferior à velocidade do homem de carro. Da mesma forma a distância percorrida em dois segundos é inferior a distância percorrida em cinco e oito segundos e a distância percorrida em cinco segundos é inferior àquela percorrida durante oito segundos, na gradação homem a pé, de bicicleta e de carro.

A busca da interação de ambas as dimensões - velocidade e tempo - de maneira multiplicativa, através do julgamento da distância como produto da velocidade pelo tempo, continuou sendo o ponto principal deste estudo e o modelo ( $\text{distância} = \text{Velocidade} \times \text{Tempo}$ ) implicou em representação gráfica do resultado de suas médias formando uma série de linhas retas abrindo-se em leque. Tendo a distância representadas em função do tempo, a curva do nível de velocidade menor (homem a pé) deveria apresentar a menor inclinação, e a curva do nível de maior velocidade (carro) deveria apresentar a inclinação mais acentuada. Em outras palavras, a diferença em distância entre os três tipos de locomovos (pé, bicicleta e carro) deveria aumentar linearmente de acordo com o aumento dos níveis de tempo, observando-se tal comportamento a partir da representação dos sujeitos da segunda série. Este fato parece indicar que as crianças foram capazes de considerar ambas as dimensões e integrá-las de maneira multiplicativa.

Para verificar as significâncias dessas integrações tanto a nível dos efeitos principais como sobretudo dos efeitos interativos, os dados sofreram análise multivariacional (MANOVA), para cada faixa etária, em um planejamento experimental misto com medidas repetidas nas condições: tempo (3: segundos, 5 segundos e 8 segundos) e velocidade (3: Pé, Bicicleta e Carro). O planejamento desta análise constituiu-se também de um teste posterior do efeito interativo (GLIM) objetivando compreender o significado deste efeito através da análise separada de cada nível das duas condições.

O entendimento da variável Velocidade é observado em todas as séries

- 1ª série  $F(2,22) = 24.78, p < 0.001$ ;
- 2ª série  $F(2,22) = 46.54, p < 0.001$ ;
- 3ª série  $F(2,22) = 106.78, p < 0.001$ ;
- 4ª série  $F(2,22) = 152.14, p < 0.001$ ;
- 5ª série  $F(2,22) = 60.58, p < 0.001$ ;
- 6ª série  $F(2,22) = 323.23, p < 0.001$ ;
- 7ª série  $F(2,22) = 130.35, p < 0.001$ ;
- 8ª série  $F(2,22) = 74.11, p < 0.001$ .

A variável tempo é bem compreendida a partir dos oito anos de idade:

- 1ª série  $F(2,22) = 1.64, p < 0.218$ ;
- 2ª série  $F(2,22) = 10.91, p < 0.001$ ;
- 3ª série  $F(2,22) = 61.85, p < 0.001$ ;
- 4ª série  $F(2,22) = 35.68, p < 0.001$ ;
- 5ª série  $F(2,22) = 8.27, p < 0.002$ ;
- 6ª série  $F(2,22) = 27.70, p < 0.001$ ;
- 7ª série  $F(2,22) = 20.14, p < 0.001$ ;
- 8ª série  $F(2,22) = 26.03, p < 0.001$ ,

e o efeito interativo,  $[E = V \times T]$  é também encontrado em todas as séries a exceção da

- 1ª série  $F(4,44) = 1.07, p < 0.384$ ,
- e marginalmente aceitável para as séries
- 2ª série  $F(4,44) = 4.65, p < 0.003$ ;
  - 3ª série  $F(4,44) = 9.58, p < 0.001$ ;
  - 4ª série  $F(4,44) = 35.68, p < 0.023$ ;
  - 5ª série  $F(4,44) = 3.70, p < 0.011$

e significativamente para as séries:

- 6ª série  $F(4,44) = 8.28, p < 0.001$ ;
- 7ª série  $F(4,44) = 7.17, p < 0.001$ ;
- 8ª série  $F(4,44) = 6.00, p < 0.001$ .

### 3. Conclusões

O estudo da integração do espaço como função da velocidade e do tempo na escola particular, nos leva às seguintes conclusões:

1) As variáveis isoladas, Tempo e Velocidade parecem compreendidas a partir da segunda série, 8 anos de idade, como o demonstrado pela estatística  $F(2,22) = 10.91, p < 0.001$  e  $F(2,22) = 46.54, p < 0.001$  respectivamente. O efeito interativo das variáveis se dá a partir da 2ª série, consolidando-se aos 11 anos, na 5ª série, portanto muito mais cedo que na escola pública.

2) Da mesma forma que para a escola pública, as variáveis Sexo e Tipo de escola, tanto pela análise multivariacional quanto pelo Glim, não se mostraram significativas para o processo em foco;

3) De acordo com os resultados do GLIM a ESCOLARIZAÇÃO e a IDADE parecem influenciar significativamente no processo. A escolarização foi entendida aqui como o conjunto série escolar mais experiências adquiridas, dentro e fora da escola, pelo aluno.

## BIBLIOGRAFIA.

- Berndt, T. J. & Wood, D. J. (1974). The development of time concepts through conflict based on a primitive duration capacity. *Child Development*, 45: 825-832.
- Bovet, M. & Othenin-Girard, C. (1975). Etude Piagetienne de quelques notions spatio-temporelles dans un milieu africain. *International Journal of Psychology*.
- Frota et al. (1994). Integração da velocidade, espaço e tempo - Um estudo na escola pública de primeiro grau. 45ª R.A. da SBPC
- Ge, Fu-Xi & Fan (1982). A study on the Development of children's cognition of time-sequence. Avulso. Beijing, People's Republic of China.
- Levin, I. (1977). The development of time concepts in young Children: reasoning about duration. *Child Development*, 48:435-444.
- (1978). Interference of time-related cues with duration comparisons of young children: analysis of Piaget's formulation of relation of time and speed. *Child Development*, 50, 469-477.
- Levin, et al. (1978). The development of time concepts in young children: The relations between duration and succession. *Child Development*, 49: 755-764.
- (1984). Development of time quantification : Investigation and nointegration of beginnings and endings in comparing duration. *Child Development*, 55 : 2160-2172.
- (1989). Measuring time via counting: The develop. of children's conceptions of time as a quantifiable dimension. In: Levin, I & Zakay (ed.). *Time and human cognition*. Elsevier Science Publishers, North-Holland.
- Mori, I. (1976). A cross-cultural study on children's conception of speed and duration: A comparison between Japanese and Thai children. *Japanese Psychological Research*, 18(3):105-112.
- Piaget, J. (1946a/1969). *Le notion de mouvement et de vitesse chez enfant*. Paris: Presses Universitaires de France.
- (1946b/1970). *Le developpement de la notion du temps chez le enfant*. Paris: Presses Universitaires de France.
- (1985). *Seis estudos de Psicologia*. Rio de Janeiro, Forense.
- Roazzi, A. et al. (1990). *O tempo como integração da distância e da velocidade*. Universidade Federal de Pernambuco, datil.

- Wilkening, F. (1981). Integrating velocity, time, and distance information: a developmental study. *Cognitive Psychology*, 13: 231-247.
- Wilkening, F. & Anderson, N. H. (1982). Comparison of two ruleassessment methodologies for studying cognitive development and knowledge structure. *Psychological bulletin*, 92(1):215-237.

---

<sup>i</sup>SOLBES, J., VILCHES, A., "*Interacciones Ciencia/Técnica/Sociedad: un Instrumento de Cambio Actitudinal*", *Enseñanza de las Ciencias*, 1989, 7(1), 14-20.

<sup>ii</sup>MUNIZ, P. P., "*A Experimentação no Ensino da Física*", *Curriculum II/62*

<sup>iii</sup>BARBIERI, M. R., "*Ensino de Ciências nas Escolas: uma Questão em Aberto*", *Em Aberto*, ano 7, nº 40, out./dez. 1988

---

**1. Ótica no Cotidiano.** Cruz, R.A.; Charbel, L.F.; Jr. Marega, E.; Schiel, D.

---

Com a Física do cotidiano, o aluno compreende melhor o mundo físico ao seu redor, e o professor assegura o interesse dos alunos no curso. Muitas vezes, a maioria dos alunos ignora fenômenos básicos, tais como:

Como enxergamos as coisas; a pupila é preta mas fica avermelhada em fotos com flash, tiradas à noite; ao viajarmos, durante a noite, a Lua nunca muda de lugar; na frente da ambulância a palavra "Ambulância" é sempre escrita invertida; toda piscina é mais funda do que aparenta; a miragem no asfalto em dia de calor; o lápis num copo d'água aparenta estar quebrado; a lente que queima o papel; os óculos do míope "diminuem" o rosto e os do hipermetrope aumentam; o funcionamento da lupa, do telescópio e do microscópio; o Arco-íris; as cores que enxergamos e o daltônico; o brilho da luz no olho (difração); o céu azul e a "luz negra" de boate.

---

**2. Estratégias de Ensino no Laboratório Didático da UFPb.** Medeiros, A.F.; Villani, A.

---

Este trabalho refere-se à estratégia de ensino para o laboratório didático de Física da Universidade Federal da Paraíba, no Campus II de Campina Grande.

Inicialmente, apresentamos um problema relacionado aos interesses dos estudantes: ele deverá obter informações e respostas de natureza experimental referentes a fenômenos do cotidiano ou ligadas a seu futuro acadêmico ou profissional.

Após a apresentação iniciamos uma discussão sobre as ações que serão efetuadas pelo aluno no laboratório, principalmente na realização, na análise e no significado das medidas, introduzindo o estudante aos aspectos sociais da pesquisa enquanto construção coletiva do conhecimento. Dessa maneira procura-se evitar que as medidas sejam consideradas unicamente como uma tarefa a realizar dentro de um procedimento com passos bem definidos, sem motivação e na maioria das vezes produto de uma formulação incorreta.

Concluída a discussão, solicitamos que os grupos realizem algumas medidas no experimento, que serão colocadas no quadro negro para serem discutidas com a intenção de identificar possíveis diferenças nos processos de medida.

A fase seguinte será realizar as medidas de uma forma sistematizada aproveitando as sugestões da discussão e procurando uma precisão crescente. A análise dos dados obtidos permitirá obter conclusões referentes ao problema. Nesta fase o papel das flutuações e dos erros sistemáticos assume importância significativa para caracterizar o alcance das conclusões.

Este procedimento é uma tentativa de enfrentar, de algum modo, as limitações do laboratório tradicional. Na realidade estamos tentando romper com as rotinas convencionais para que o estudante adquira uma certa desenvoltura experimental.

---

### **3. O Sistema Internacional de Unidades e o Ensino de Física. Stempniak, R.A.**

---

A adoção do Sistema Internacional de Unidades por quase todos os países do mundo não tem demonstrado ser argumento suficiente para que todos os professores de Física e pesquisadores prestem a atenção devida ao uso correto do sistema legal de unidades do nosso País. Grande parte dos livros, apostilas e outros materiais impressos apresentam erros de grafia das unidades. A pronúncia correta das palavras referentes às unidades e seus prefixos também é muito descuidada. Coletamos alguns exemplos em textos utilizados no Brasil, resultados de alguns testes simples aplicados a professores e alunos e de observações em apresentação de trabalhos em congressos científicos e de teses. Uma proposta para o ensino do assunto é, também, sugerida.

---

### **4. Prática de Ensino e Instrumentação para o Ensino de Física: Uma Tentativa de Ação Integrada na UNESP- Bauru. Nardi, R. S.; Pereira, A.V.**

---

O curso de Licenciatura em Física da Faculdade de Ciências em Bauru, Estado de São Paulo oferece em sua grade curricular as disciplinas Instrumentação para o Ensino de Física I e II com 4 créditos cada uma, no 6º e 7º semestres respectivamente; enquanto Prática de Ensino I e II, também com 4 créditos em cada semestre, são oferecidas no 7º e 8º semestres. O fato de tais disciplinas encontrarem-se alocadas em diferentes departamentos (Instrumentação para o ensino de Física é oferecida pelo Departamento de Física enquanto Prática de Ensino pertence ao Departamento de Educação) tem gerado uma falta de integração entre as mesmas.

Com a função de buscar essa integração, a partir de 1993 foi iniciada uma tentativa de ação conjunta elaborada pelos professores responsáveis pelas duas disciplinas que, dentre outros fatores possibilitasse um maior conhecimento da realidade do ensino de Física na cidade, as disponibilidades de equipamento experimental e sua utilização pelos docentes, a caracterização do ensino concretizado na sala de aula e dos docentes que atuam no ensino de Física.

As ações constituíram-se, em uma primeira fase, na disciplina Instrumentação I, em formar um referencial teórico através de leituras, seminários e projetos que envolvessem o ensino experimental, em suas diferentes formas e que instrumentalizasse os futuros docentes na elaboração de equipamentos e textos. Na segunda fase (7º semestre) as disciplinas Instrumentação II e Prática de Ensino I complementaram tal referencial e iniciaram a observação nas escolas de 2º grau junto aos docentes.

## Painéis

A coleta de dados se deu através de observações em sala de aula, entrevistas com docentes e levantamento de material de apoio, tais como planos de ensino, livros-texto, apostilas, lista de exercícios e avaliações.

A sistematização desses dados num relatório de observação apresentado individualmente, e socializado em seminário permitiu traçar um quadro bastante abrangente do ensino de Física no 2º grau, em Bauru e a elaboração de projetos de ação em escolas que pudessem contribuir para a melhoria desse ensino, bem como colocar o licenciando em contato com a realidade do ensino.

A terceira fase foi desenvolvida no 8º semestre, na disciplina Prática de Ensino II, quando os discentes passaram à elaboração de seus projetos de ensino e conseqüente regência nas escolas observadas.

A avaliação dos resultados dessa primeira tentativa deverá sinalizar para as novas ações em futuras turmas dessas disciplinas.

---

### 5. A Física Básica nas Escolas Técnicas Industriais Federais: A Prática e o Discurso. Garcia, N.M.D.; Hosoume, Y

---

Este trabalho é parte de uma pesquisa que procurou caracterizar o ensino básico de Física das Escolas Técnicas Federais Industriais e Centros Federais de Educação Tecnológica. A partir de questionários respondidos por 34 professores de Física dessas escolas, procuramos identificar elementos que possibilitassem melhor entender o trabalho desenvolvido por estes docentes. De acordo com o estudo realizado, pudemos concluir que, em alguns aspectos, há discordância entre o discurso e a prática destes docentes, conforme passamos a descrever.

Na opinião de 59% destes professores, as escolas nas quais trabalham têm como finalidade a preparação de técnicos de nível médio, entendido este como o profissional que, na indústria, intermedia o trabalhador de baixa com aquele de maior qualificação profissional. Deve, portanto, profissionalizar os seus alunos ao final do 2º grau.

Além dessa função, considerada mais geral, outras finalidades são atribuídas às escolas técnicas. Assim, na expectativa de 21% dos professores, essas escolas, entre outras finalidades, deveriam se preocupar com a preparação de seus alunos para o mercado de trabalho, suprindo a demanda de mão de obra em vários ramos do setor produtivo. Outros 24% acham que a responsabilidade da escola deveria ser entendida num contexto mais amplo, dando aos seus alunos uma formação mais geral e dessa forma, condições de um melhor desempenho profissional.

Também no entendimento de praticamente todos os professores, o conhecimento de Física foi considerado como base fundamental para qualquer curso técnico, pois o seu estudo ajuda na formação do raciocínio crítico e no entendimento dos princípios básicos da natureza, elementos estes que devem estar presentes na formação de qualquer cidadão. Também vêem a Física como facilitadora do

desenvolvimento e da transferência de tecnologia, aspectos importantes para o desempenho profissional.

Sob estes aspectos, pode-se inferir que, na opinião dos professores, seria desejável que a Física ensinada nestas escolas atendesse a estas expectativas, devendo então, apresentar um conteúdo que desse respostas às necessidades tecnológicas do conjunto das empresas para as quais a escola pretende preparar estes profissionais. Além desses aspectos, mais voltados à profissionalização futura dos alunos, a Física também deveria oferecer subsídios que permitissem o desenvolvimento pleno do cidadão.

Pelo estudo realizado e pela forma como foi conduzido o questionário, entendemos que as opiniões anteriormente apresentadas representam o que chamamos discurso do professor, ou seja, as expectativas que ele apresenta com relação ao seu trabalho e funções do mesmo.

Analisando outras informações, pudemos encontrar alguns indicadores de como, na prática, é desenvolvida a disciplina de Física nessas escolas.

Constatamos que 71% dos professores usam ou indicam algum livro texto para seus alunos, livros estes usados normalmente nos cursos de 2º grau regular, não técnico. Apenas alguns dos docentes reclamam do fato de não existirem livros de Física específicos para cursos técnicos.

Também se verificou que o conteúdo básico ministrado nessas escolas é similar àquele desenvolvido no 2º grau regular e, se diferenciações existem para atenderem aspectos particulares dos cursos técnicos, as mesmas não implicam em supressões ou acréscimos significativos de conteúdo, mas sim em reordenação dos assuntos.

Constatou-se, no tocante a essas diferenciações que, via de regra, as mesmas ocorrem por iniciativa dos próprios professores, que acreditando serem elas necessárias, apesar de desenvolverem os mesmos assuntos, abordam-nos com diferentes enfoques, de acordo com as características da futura profissão de seus alunos.

Constatações semelhantes puderam ser verificadas com relação às atividades de laboratório. Elas se atêm a tópicos do conteúdo considerado básico e fundamentalmente é desenvolvida através de experimentos clássicos de constatação de fenômenos ou de verificação de leis. Não se registrou nenhuma outra forma de desenvolvimento experimental que sugerisse um envolvimento dos alunos e dos professores com as atividades de laboratório, fazendo do mesmo um ambiente propício à criatividade.

Referindo-se à comparação entre cursos técnicos e cursos de 2º grau regular, não técnico, 26% dos professores entendem que não deve haver diferenciação entre o ensino de Física em um ou outro, pois a Física, nesse nível de ensino deve ser uma disciplina de formação geral, a mais abrangente possível, servindo inclusive de preparação para estudos superiores.

Os outros 74%, entretanto, julgam serem necessárias diferenças. As justificativas apresentadas estão ligadas ao fato de que eles entendem a Física no curso técnico como uma disciplina mais voltada à aplicabilidade, com enfoques experimentais, que atendam especificidades da futura profissionalização dos alunos.

Finalmente, um outro aspecto que julgamos relevante para o trabalho foi a expectativa destes professores com relação ao ingresso de seus alunos em cursos superiores. Sob as mais diversas justificativas, 79% dos respondentes declaram-se sentir satisfeitos com o ingresso de alunos de cursos técnicos no 3º grau, mesmo declarando ter ciência de que esse fato implica, de certa forma, na não atuação profissional desse aluno como técnico de 2º grau.

A contribuição da Física para o sucesso do vestibular estaria, no pensar dos professores, ligada ao fato de que, nas escolas técnicas federais ensina-se, e bem, um conteúdo que vem de encontro ao solicitado nos vestibulares.

Estabelecendo um paralelo entre o discurso dos professores e a sua prática, podemos ressaltar alguns pontos conflitantes.

Ao mesmo tempo que pretendem que o curso técnico de 2º grau apresente terminalidade e forme técnicos que entrem no mercado de trabalho como tal, a prática reflete uma satisfação pelo acesso dos alunos em cursos superiores, o que implica, de certa forma, num adiamento do ingresso desses alunos na força de trabalho.

A Física ministrada, no discurso dos professores, deveria desenvolver o raciocínio crítico e servir de subsídio para a compreensão e transferência de tecnologia, mas, na prática, os assuntos abordados se atém ao básico - Mecânica, Termologia, Ótica e Eletricidade - tratados de forma tradicional, com conteúdos estanques e desvinculados da formação profissional dos alunos. A Física que no nível do discurso se propunha dar respostas às necessidades tecnológicas não apresenta, na prática, relações consistentes com as aplicações tecnológicas mais modernas. As diferenças introduzidas na condução das aulas por iniciativa dos professores, se restringem muito mais a enfoques diferenciados e profundidade de abordagem do que a supressão ou inclusão de assuntos considerados mais ou menos ligados à profissionalização dos alunos.

Ainda na aspiração dos professores, ela deveria ser diferente daquela ministrada no 2º grau regular, porém, na prática, se revela bastante próxima daquela, tendo como referência, inclusive, os livros comumente usados para formação não técnica.

O laboratório é considerado essencial na formação profissional dos alunos, uma vez que possibilita o estabelecimento de relações entre o conteúdo de Física e as aplicações nas diferentes áreas tecnológicas. Contudo, ele é utilizado de forma tradicional, não permitindo, no nosso entender, que os alunos desenvolvam as habilidades pretendidas pelos professores no nível do discurso.

Finalizando, é interessante registrar que, no nosso trabalho de pesquisa, não foi possível detectar uma consciência, por parte dos professores, das aparentes contradições que observamos entre o seu discurso e a prática docente relatada através

dos questionários. Pelo contrário, pudemos inferir que os professores não levantam grandes dúvidas a respeito da forma como o seu trabalho é conduzido dando a entender, inclusive, que se sentem satisfeitos pela forma como é feito.

Uma das situações em que fica clara essa falta de consciência se refere à questão do planejamento. Ao mesmo tempo em que eles apontam a necessidade de se realizarem mudanças na forma de condução do conteúdo, os professores participam de reuniões de planejamento onde são traçadas as diretrizes que mantém inalterados os conteúdos e as formas de abordagem, sendo assim co responsáveis na manutenção dos conteúdos tradicionalmente trabalhados no 2º grau regular, não técnico.

---

#### **6. O Laboratório Didático no 3º Grau. Schmidt, I. P.; Kawamura, M.R.**

---

Em trabalhos anteriores temos constatado que o laboratório no ensino de Física de 3º grau é um tema ao mesmo tempo unanimemente reconhecido como importante entre os professores e sinônimo de desânimo entre os alunos. Nosso objetivo com esta pesquisa é "qualificar" esta importância, ou seja caracterizar as propostas e o desenvolvimento das atividades de laboratório no 3º grau.

Para isso analisamos um conjunto da produção nacional relativo a esse tema, que engloba artigos, teses, apostilas e preprints, publicados nos últimos 20 anos. Identificamos e utilizamos categorias que procuram caracterizar as várias propostas em relação aos conteúdos tratados, estratégias, objetivos pretendidos, etc.

Fundamentalmente queremos investigar qual é a função (implícita ou explícita) atribuída ao laboratório, ou seja, qual é a sua razão de ser/existir no processo de ensino/aprendizagem como defendida pelos autores preocupados com o laboratório de 3º grau.

Através desta análise pretendemos levantar elementos que permitam refletir sobre a evolução dessas propostas e, em particular, localizar quais as articulações desses elementos podem contribuir para tornar o laboratório mais significativo para os alunos.

---

#### **7. Ensino de Física Auxiliado por Computador. Carvalho, W.L.P. de**

---

Neste trabalho, exploramos a reação de dez alunos de terceiro ano colegial ao utilizarem o computador como um recurso auxiliar para o estudo de alguns tópicos da Física. Os softwares utilizados continham "lições" de mecânica e eletrodinâmica, bem como simulações animadas, e propunham problemas ordenados quanto à dificuldade. Cada aluno passou, em média, por doze sessões. Durante as sessões, eram anotadas as reações que revelavam algum aspecto importante da interação dos alunos com o computador. Ao final de cada sessão, os alunos eram entrevistados. A análise qualitativa das anotações e entrevistas revelou aspectos interessantes sobre: expectativas, motivações, refinamento conceitual, limitações, restrições e

contextualização do uso do computador. Estes aspectos serão discutidos na apresentação do trabalho.

---

## 8. Atividades de Ensino-Aprendizagem na Física do 2º Grau - Implementação de uma Proposta. Megid Neto, J. e Pacheco, D.

---

A pesquisa educacional em Física tem proporcionado inúmeras contribuições para a melhoria do ensino dessa ciência: explicita problemas do ensino, busca investigar suas causas e obtém resultados que, geralmente, não mais configuram propostas sistematizadas e prontas, como os grandes projetos de ensino das décadas de 60 e 70 por exemplo.

Seus resultados acabam por constituir uma vasta gama de subsídios para a ação pedagógica, justamente por se entender, hoje, que a tarefa última de interferir no processo ensino-aprendizagem é do próprio professor. Cabe a este, com base nos subsídios oferecidos pela pesquisa acadêmica e por especialistas e a partir do seu próprio conhecimento (físico, pedagógico, político, etc.) e idiosincrasias, estabelecer as mudanças de rumo em sua ação docente, com vistas à melhoria do processo educacional, no âmbito de sua atuação.

A docência, então, passa a estar intimamente vinculada à pesquisa, tornando o trabalho pedagógico um contínuo processo de reflexão-ação-reflexão.

Tendo isto em vista, iniciou-se um projeto de reformulação da disciplina Física no período noturno da Escola Técnica Estadual Conselheiro Antônio Prado (ETECAP), Campinas-SP, abrangendo as três séries do 2º grau, nas habilitações de Química e Bioquímica. Essa escola é uma das unidades do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETPS), autarquia do Estado de São Paulo, vinculado à Universidade "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP).

A partir dos propósitos de formação técnica da escola, da realidade e condições físicas e humanas à disposição e das contribuições da pesquisa educacional, estabeleceram-se os seguintes objetivos educacionais para a disciplina:

- a) instrumentar o educando com conhecimentos e habilidades específicas que lhe permitam compreender os fenômenos físicos e desenvolver novas idéias e processos de investigação no âmbito da Física, extendendo-os a outras disciplinas e ao seu campo de atuação profissional;
- b) estabelecer com o educando uma noção de ciência enquanto produto da atividade humana, com inerente vinculação político-social na história da humanidade, e cujas implicações no campo tecnológico deveriam sempre estar a serviço do bem estar social;
- c) possibilitar ao educando o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades, atitudes e comportamentos que o capacitem a tomar decisões e dar tratamento a problemas no âmbito pessoal, escolar ou profissional, de forma que possa exercer sua cidadania com vistas à transformação da realidade social.

Elaborou-se, ao longo do ano letivo de 1994, um conjunto de atividades com base em materiais experimentais já existentes na escola, textos extraídos de revistas, enciclopédias ou livros didáticos, tabelas de dados numéricos, fotografias estroboscópicas, vídeos didáticos, entre outros. Os assuntos tratados no corrente ano envolveram os tópicos de mecânica, termologia, óptica, eletricidade e eletromagnetismo.

As atividades produzidas estão agrupadas em cinco tipos básicos:

- a) Atividades experimentais "abertas", estruturadas a partir de um problema a ser investigado, relativo a determinado fenômeno físico, possibilitando o controle de diversas variáveis intervenientes nesse fenômeno e com roteiro de instruções contendo o mínimo de informações possível, de forma a estimular diferentes procedimentos dos grupos de alunos no decorrer do tratamento do problema em questão;
- b) Resolução de problemas quali-quantitativos, a partir de tabelas de dados numéricos relativos a características físicas de materiais e substâncias, ou a partir de fotografias estroboscópicas (no caso de estudo de movimentos), sempre que possível em situações do cotidiano do aluno;
- c) Leitura e discussão de textos relativos à história da ciência, a aspectos técnico-científicos ou ainda a temas do cotidiano do aluno ou da "física das coisas";
- d) Exposição de vídeos didáticos em complemento às atividades anteriores;
- e) Resolução de exercícios quali-quantitativos, visando a fixação de assuntos já abordados ou discussão de questões complementares, com certo aprofundamento matemático e mais próximos aos exercícios tradicionais propostos em livros didáticos.

Com base nas experiências já desenvolvidas e resultados obtidos, o material está sendo reformulado para nova utilização em 1995, agora buscando coletar dados mais sistemáticos quanto a sua eficácia no tocante aos objetivos estabelecidos para a disciplina, à reelaboração dos conhecimentos prévios dos alunos acerca do conteúdo físico e ao rendimento escolar dos mesmos.

De posse desses dados e após sua análise correspondente, ter-se-á elementos para o estabelecimento de pressupostos metodológicos para o Ensino da Física no 2o. grau, tendo em vista os objetivos inicialmente propostos.

---

## 9. Um Modelo de Curso a Distância para Aperfeiçoamento de Professores de Física do 2º Grau. Ferreira, A.M. e Souza Barros, S.

---

### RESUMO

Um modelo de curso de aperfeiçoamento para professores de física é apresentado, descrevendo-se as características específicas do ensino à distância e os elementos introduzidos no presente programa para sua adequação aos professores do

segundo grau. As componentes do curso e um exemplo de Módulo utilizado são apresentados com uma avaliação preliminar das dificuldades encontradas.

## JUSTIFICATIVA

A necessidade de se repensar a educação, e especificamente a alfabetização em ciências no Brasil não é de hoje. Mesmo que a desconfiança nas ações das autoridades educacionais tenha justificativas fortes deve-se reconhecer que a possibilidade de mudanças efetivas se inicia e passa por todos e cada um dos educadores brasileiros nos diversos níveis: a competência individual está em pauta. As culpas se acumulam, de nível para nível, sendo muito difícil apontar as causas primeiras. A situação define um verdadeiro círculo vicioso que deve ser aberto. Mas como ?

O ensino das ciências, como uma das linguagens básicas do conhecimento humano requer grandes esforços e os resultados estão sempre muito aquém do esperado. Como fazer para reverter esse quadro que depende da própria motivação do professor, sua escolha vocacional, condições de trabalho, infraestrutura escolar, etc.? Alguns destes aspectos se encontram aquém das possibilidades dos instrumentos para atualização dos professores hoje utilizados mais frequentemente: cursos, conferências, seminários, oficinas, etc, desenvolvidos nos moldes tradicionais e mostram pouca eficiência, ainda mais quando se trata de atender grande número de alunos e professores com um diversificado espectro de conhecimentos.

Nessa situação é necessário testar novos caminhos, alternativos e complementares, que permitam desenvolver as capacidades individuais e que colaborem para o crescimento, em ritmo próprio, dos interessados nessa mudança. A proposta de um modelo híbrido de curso à distância aqui apresentada constitui um desafio, tanto para os professores coordenadores do mesmo quanto para os professores cursistas, já que sendo uma modalidade ainda pouco utilizada, constitui-se numa experiência piloto na qual todos estão engajados, educadores e educandos, e na qual são compartilhados às dificuldades e os sucessos.

A expectativa é que um curso nos moldes do aqui apresentado acorde novas vocações nos professores cursistas, de forma a poderem contribuir a curto prazo para as mudanças significativas que estão sendo solicitadas. O professor deve se transformar num agente orientador do ensino, capacitado para escolhas didáticas apropriadas e para o uso das novas tecnologias que estão entrando no sistema escolar. A meio e longo prazo esta modalidade de curso poderá vir a desenvolver de forma eficiente uma massa crítica de professores de física, no Estado do Rio de Janeiro, que seja capaz de rever criticamente o ensino da física no primeiro e segundo grau, capacitando-os para fazer as escolhas alternativas ao atual ensino de física, que precisa de mudanças significativas para dar uma contribuição eficiente à educação dos alunos, preparando-os para um exercício da cidadania na era dominada pela cultura científico-tecnológica .

Neste curso serão desenvolvidos conteúdos e atividades para o ensino da física, seguindo uma concepção curricular que enfatiza aspectos da pesquisa e da metodologia específicas da disciplina, tentando promover o interesse pelo questionamento científico e a transferência dos novos conhecimentos para a sala de aula.

## EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

Podem-se apontar como objetivos básicos do ensino à distância:

- i. Promover o desenvolvimento de recursos humanos como contribuição social.
- ii. Desenvolver a motivação individual : auto-formação.
- iii. Diagnosticar as necessidades individuais: atende as necessidades específicas do educando.
- iv. Utilizar/desenvolver técnicas de comunicação/educação adequadas.
- v. Preparar materiais didáticos adequados para o estudo independente.

### Vantagens

- i. Eficiência da relação custo / benefício quando o curso é oferecido nesta modalidade.
- ii. Atende as necessidades dos educandos em ritmo próprio
- iii. Forma hábitos de estudo independente.
- iv. Confere eficiência ao sistema (custo/benefício): requer poucos especialistas.
- v. Permite a utilização de meios de comunicação diversificados.
- vi. Abre possibilidades de regionalização dentro de um mesmo programa.

Ainda este tipo de curso:

- a. Permite a adequação dos horários de estudo nos tempos livres do estudante, dando oportunidade de um melhor aproveitamento, não interferindo com as atividades docentes assim como não adicionando dificuldades de ordem prática, traslados, desperdício de tempo em viagens, etc.
- b. O aluno tem a disposição permanente o seu material didático, o que permite a sua utilização quando for necessário e conveniente e tantas vezes quanto for necessário.

### Desvantagens

- i. Exige alta motivação e disciplina do aprendiz.
- ii. Requer aprendiz com uma base de cultura própria.

## Painéis

- iii. Depende fortemente da possibilidade de utilização dos meios de comunicação.
- iv. O material impresso tem caracter de "autoridade".
- v. O processo de avaliação é difícil e custoso.
- vi. Requer administração competente e com recursos apropriados (estes custos decrescem exponencialmente a partir da segunda oferta do mesmo curso).

## ESTRUTUTURA DO CURSO

Os componentes curriculares do curso foram assim classificados:

### a) Formativo

- i. conceitual (teoria / experiência): mecânica, física térmica, óptica, electromagnetismo, e física ondulatória/acústica.
- ii. noções de avaliação quantitativa e qualitativa e construção de testes.
- iii. a natureza do conhecimento científico (filosofia da ciência).
- iv. Instrumentalização para o laboratório.

### b) Metodológico

- i. objetivos do laboratório.
- ii. abordagens curriculares.
- iii. aplicação para a sala de aula.
- iv. aspectos psicodidáticos.
- v. resultados da pesquisa.

### c) Informativo

- i. física moderna, física das radiações.
- ii. leituras complementares : literatura especializada em ensino de física.

## DINÂMICA DO CURSO

**1. Etapa presencial:** internato e reuniões mensais para entrega dos materiais didáticos, estabelece as formas de trabalho de laboratório, discussão dos elementos conceituais (revisão teórica) e processuais (preparação de testes, resolução de problemas, aspectos metodológicos e filosofia educacional da física atual, materiais didáticos e normas e procedimentos de avaliação).

- i. Período de internato em tempo integral (uma semana), no qual foram revisados os conceitos de Mecânica do ponto e da física térmica, dando-se ênfase aos princípios de conservação. A teoria foi trabalhada conjuntamente com as atividades experimentais. Um tempo razoável foi dedicado à discussão dos mecanismos a serem utilizados para o

desenvolvimento dos trabalhos na etapa à distância, compromissos individuais, etc. Algumas palestras, ao longo do curso, foram proferidas por especialistas.

- ii. Reuniões mensais (sábados), nas quais se apresentam os módulos a serem desenvolvidos e se estruturam as tarefas relacionadas com os mesmos (atividades experimentais, demonstrações). Foram também apresentadas palestras sobre assuntos específicos: Epistemologia da ciência; Física das radiações; Demonstrações sobre Física Moderna Experimental).

**2. Etapa à distância:** utiliza como recurso básico o material escrito, que apresenta as informações necessárias para promover o estudo independente, dando-se ênfase a duas características :

- i. aspectos metodológicos.
- ii. transferência para situações de sala de aula.

O uso de estratégias que utilizam recursos das novas tecnologias (retro-projetores, videocassete, correio eletrônico, TV, rádio) é altamente desejável e na nossa década deveria até ser uma realidade. Com as facilidades atualmente existentes optou-se por fazer uso dos recursos que estão efetivamente ao alcance de todos, que são os seguintes:

- i. material impresso enviado e avaliação das tarefas dos alunos : por correspondência.
- ii. comunicação telefônica em horários fixos para consulta.
- iii. plantão de consultoria dos professores em dias/horas determinados do mês, com um calendário que permita acesso a todos os professores cursistas.
- iv. reuniões periódicas presenciais, em datas pré-fixadas de conveniência da maioria, para apresentação dos módulos, entrega do material didático (livros, textos, material experimental), discussão das dificuldades experimentais, atendimento individual e enriquecimento através de palestras de aprofundamento em áreas de fronteira da física por professores especialistas.

## MATERIAL DIDÁTICO

A modalidade a distância se baseia em Módulos que são enviados mensalmente por correio, seguindo o cronograma previamente definido (vide Anexo 1).

Os módulos (Anexo 2) definem os trabalhos a serem desenvolvidos pelos professores cursistas, ao longo das 32 semanas da modalidade a distância.

Cada módulo está estruturado em termos de tarefas que têm como eixo temático um conteúdo de física bem definido, através do qual se desenvolvem os diversos aspectos pedagógicos, metodológicos, educacionais e curriculares. Os

## Painéis

módulos trabalham os conteúdos através dos textos básicos de física, assim como outros materiais; conjuntos experimentais e instrumentos para o desenvolvimento das atividades; cópias de artigos de revistas especializadas e roteiros experimentais, etc. que são fornecidos sem custo para os estudantes.

## DINÂMICA DE ESTUDO

Como se dá o desenvolvimento do curso? (Informações para o estudo se encontram no Anexo 2).

As componentes para o trabalho a ser desenvolvido durante a etapa à distância estão abaixo listadas:

- a) leitura e estudo das tarefas indicadas nos módulos.
- b) respostas por escrito às perguntas e atividades experimentais propostas.
- c) devolução por correio (cada duas semanas) das tarefas desenvolvidas.
- d) as tarefas corrigidas serão devolvidas mensalmente aos professores. Cursistas corrigidas e com sugestões de novas tarefas quando adequado.
- e) as atividades experimentais deverão ser trabalhadas sempre que possível em etapas sequenciais:
  - I. montar a experiência
  - II. fazer a experiência e registrar resultados, registro dos dados e redação de relatório resumido.
  - III. indicar como poderia utilizar essa atividade em sala de aula (demonstração, trabalho em grupo) em que momento pedagógico e com que objetivos.
  - IV. preparar roteiro de atividades que poderá ser utilizado em sala de aula; Recomendação: sempre que possível aplicar em sala de aula e devolver os resultados junto com a avaliação.

## CONTEÚDO DOS MÓDULOS

Os Módulos Básicos ( vide exemplo no Anexo 3) que estruturam os roteiros de estudo estão compostos por:

- i. **Guias de estudo** de conteúdo referentes à bibliografia recomendada (livros e textos fornecidos pelo curso).
- ii. **Atividades experimentais**, com sugestões de montagem e desenvolvimento (um conjunto completo do material experimental necessário é fornecido pelo curso)
- iii. **Problemas selecionados**
- iv. **Propostas de atividades** que o professor pode preparar e aplicar em sala de aula, com sugestões, etc.
- v. **Leituras adicionais de aprofundamento ou extensão (informação)** para enriquecimento: pesquisa, metodologia, currículo, história e natureza da

ciência, enfoques curriculares, estratégias de ensino, etc. Os textos são fornecidos com roteiro, comentários e avaliação.

- vi. **Especificação das tarefas** a serem avaliadas.

## **CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO (formativa/somativa)**

Etapa Internato: as tarefas desenvolvidas durante a etapa de internato (relatórios das atividades experimentais) foram consideradas para a avaliação final com peso de 10%.

Etapa a distância: as tarefas solicitadas para cada módulo, de um total de 5, têm peso 10%.

Avaliação geral do desempenho / interesse do aluno: peso 20%.

Autoavaliação do aluno: peso 20% .

## **AVALIAÇÃO DO CURSO**

### **Dificuldades**

- i. Este tipo de curso exige um investimento muito alto em tempo e uma infraestrutura administrativa para preparação dos materiais didáticos, quando ofertado pela primeira vez.
- ii. É difícil manter a expectativa de um cronograma pre-estabelecido. Há necessidade de fazer modificações ao longo do curso para poder permitir que os professores completem as tarefas solicitadas.
- iii. Há dificuldades na avaliação normalizada do material escrito pelos alunos. Esta avaliação é custosa e exige muito tempo.
- iv. Há falta de disponibilidade de horários dos professores para as reuniões mensais (a frequência média das reuniões mensais foi de 60%).
- v. A clientela é muito diversificada e heterogênea. Os professores cursistas não estão habituados a utilizar o tempo comprometido de forma sistematizada para poder utilizar eficientemente o apoio e a infraestrutura oferecidas quando necessário.

## **CONCLUSÕES**

No presente curso de um total de quarenta e cinco (45) solicitações de inscrição foram selecionados trinta e dois (32) cursistas, dos quais três (3) abandonaram por razões de falta de interesse logo após a etapa de internato, e quatro (4) desistiram por razões justificadas (doença, outros cursos, falta de tempo, etc). Mesmo tendo estendido os prazos até além do possível temos somente 18 em fase de finalização do curso. As desistências a partir do terceiro módulo foram aproximadamente sete (7).

Para atender duas das características mais relevantes deste tipo de curso: a qualidade e a relação custo/ benefício, antes de começar cursos à distância deve ser levado em consideração o potencial de continuidade do curso, o que permite a revisão crítica dos materiais didáticos e a utilização de uma dinâmica de trabalho administrativo a custos cada vez menores, tanto financeiros como em recursos humanos.

Um aspecto a ser considerado antes do começo do curso: a compatibilização entre as tarefas profissionais dos alunos com as demandas de trabalho da clientela do curso. Sempre que possível, deve existir um compromisso pessoal (contrato?) que indique qual é a capacidade do estudante para atender aos compromissos de estudo, e, caso necessário, deve se personalizar o curso. Neste curso, este aspecto foi atendido através de prazos extendidos por solicitação, o que não é de modo algum aconselhável. Seria mais eficiente um sistema que coloca-se um período de finalização do curso a partir do qual o aluno estaria automaticamente desligado.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bordenave, J. E. D., *Pode a educação à distância ajudar a resolver os problemas educacionais do Brasil?*, Tec. Educ., Rio de Janeiro, v.17, 1988.
2. Kaye, A. e Rumble, G., *Distance teaching for higher education*, London, Croom Helm, 1981.
3. Oliveira, J. B. A. e Magalhães, M. A. , *Relatório POSGRAD/CAPES, ABT*, Rio de Janeiro, 1985.
4. Thornburg, D. *Education technology and paradigms of change for the 21<sup>st</sup> century*, L.A., Starsong Publications, 1991.
5. Zentgraf, M.C., *Educação à distância: aperfeiçoamento do magistério*, Tec.Educ., Rio de Janeiro, v.18, p.19, 1986.

### Anexo I CRONOGRAMA DO CURSO 1994

#### CRONOGRAMA DAS ETAPAS DO CURSO: PRESENCIAL (INTERNATO E ACOMPANHAMENTO) E À DISTÂNCIA

| INTERNATO   | A DISTÂNCIA  | ACOMPANHAMENTO         | CONSULTA. (PLANTÃO)  | TELEFONE                          | CORREIO  |
|---|--|------------------------|--|-----------------------------------|--|
| 24-28 de janeiro  | março-junho  | abril<br>a<br>dezembro | março-dezembro   | março-dezembro                    | março- junho   |
| discussão do curso<br>apresentação de conteúdos e laboratório:<br>1.Fis. térmica<br>2.Mecânica do ponto | Módulos:<br>1.Mecânica<br>2.Fis. Térmica<br>3.Avaliação e constr. testes<br>4.Física das radiações | último sábado do mês   | primeira semana do mês :3ª feira<br><br>terceira semana do mês : 2ª feira<br><br>13:00 - 17:00 horas | 3as e 5as<br>13:00 às 17:00 horas | envio mensal dos módulos<br>I<br>devolução avaliação módulos |

|   |   |  |  |  |   |
|---|---|--|--|--|---|
| <i>julho</i>  |   | <i>Novembro</i>  |  |  |   |
| <b>avaliação parcial conteúdos e laboratório:</b><br>5. eletricidade<br>6. magnetismo<br>7. Ótica<br>8. Aspectos metodológicos Ensino de Física |   | <b>discussão do tema da monografia</b><br><br><b>Laboratório de Física Moderna: espectroscopia e interfaceamento de experiências</b> |  |  |   |
|   | <i>agosto dezembro</i>  | <i>Janeiro 1995</i>  |  |  | <i>-junho-dezembro</i>  |
|   | 5. eletricidade e magnetismo<br>6. Ótica e física ondulatória<br>8. História e epistemologia da ciência | <b>Discussão de materiais didáticos: livros, revistas, demonstrações, laboratórios, vídeos e software</b>                            |  |  | <b>envio dos módulos mensal devolução para avaliação bimensal</b> |

## Anexo 2

### INFORMAÇÕES PARA O ESTUDANTE

Para facilitar o período de auto-estudo (como estudar?) temos aqui algumas idéias que desejamos compartilhar com vocês: e que permitiram transferência para a sala de aula.

- 1) Tente escolher horários tranquilos para realizar suas tarefas, não atrasando o início do estudo logo que receber o material por correio.
- 2) Não inicie os trabalhos antes de ter idéia do conteúdo completo do módulo (leitura dinâmica).
- 3) O roteiro conceitual deve ficar claro e a sua ordem poderá ser alterada por você caso encontre justificativa para fazê-lo. Utilize sempre um caderno para registrar suas respostas, dúvidas e materiais solicitados. *Lembre-se que o tempo alocado a cada módulo é de (em média) quatro(4) semanas de 10 horas cada uma.* Mantenha um registro do tempo utilizado no estudo e elaboração das diversas tarefas solicitadas, e indique-o junto a cada tarefa realizada. Esta estatística nos ajudará a manter as solicitações de tarefas dentro das médias utilizadas
- 4) As atividades deverão ser desenvolvidas na ordem solicitada, já que obedecem a uma ordem conceitual e metodológica. Caso tenha críticas justifique-as.
- 5) Trabalhe todas as perguntas, problemas e tarefas solicitadas, indicando com clareza qual o item que está respondendo. Utilize sempre os símbolos apresentados no Módulo. Lembre-se que isto facilitará a comunicação, pois sempre saberemos de que está falando.
- 6) Quando tenha completado todas as tarefas do módulo, prepare a folha de respostas com letra legível.
- 7) Escreva suas dúvidas!! Quando se depare com dificuldades, de conteúdo ou metodológicas, ou mesmo precise de materiais didáticos, registre-os e comunique-se conosco (telefone, carta ou pessoalmente). Poderá também utilizar os horários de consulta, como indicados no cronograma do curso.

## Anexo 3

**MÓDULO II : REVISÃO CONCEITUAL DE TÓPICOS DA MECÂNICA****Materiais didáticos que acompanham:**

- A1.** Nussenzveig, H. Moysés, Física, Volume 1, Ed. Blucher, 1985.
- A2.** Feynman, Richard, Capítulo: *A lei da Gravitação como um exemplo de uma lei física* do livro : *O que é uma lei física*, Editora Gradiva, 1991.
- A3.** Alvarenga, Beatriz e Máximo, A. Física, Volume 1, Harbra. 1993.
- A4.** Barthem, R. *Tratamento e análise de dados em física experimental*, CADERNOS DIDÁTICOS UFRJ, 1994.
- A5.** Parte 3, p.171-183. GREF, Volume 1, EDUSP, 1993
- A6** Aplicação de um método de diagnóstico da aprendizagem em sala de aula: *Previsão/observação/explicação (POE)* : Problemas e dificuldades na compreensão e aplicação das leis de Newton. Exemplo : *A máquina de Atwood*.
- A7.** Artigos:
- i. *Ensino de física e leitura*; A.E. Ricon e M.J. de Almeida. *Leitura, Teoria e Prática*, Ano 10, V 12; 1991.
- ii. *A construção do Conhecimento de Física Através de Pesquisa Bibliográfica e Trabalho em Grupo*; S. H. A. de Almeida e S. S. Barros, Resumos do IX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Carlos, 1991.
- A8.** Roteiros de experiências:
- i. Forças: 1. Calibração de um dinamômetro e medida de forças; 2. Composição de forças.
- ii. Conservação de quantidade de movimento (kit experimental e roteiro).

**As respostas devem sempre mencionar a bibliografia consultada para facilitar a leitura do seu trabalho.**

**1. CONCEITOS E TEORIA**

- a) Ler os *Comentários do Roteiro para Revisão Conceitual* e responder as perguntas e problemas sugeridas nos mesmos.
- b) Leitura de aprofundamento:  
R.Feynman : *A lei da gravitação como exemplo de uma lei física* (do livro " O caráter de uma lei física", GRADIVA, 1991)

**2. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS****a) Forças : (roteiro fornecido)****i. Calibração de um dinamômetro e medida**

Montar e testar a a experiência (**aprender a fazer**) e aplicar em sala de aula com registro do trabalho dos estudantes. Prepare um modelo para os estudantes completarem individualmente a partir das observações realizadas em sala de aula. Este material deverá ser corrigido e enviado juntamente com a avaliação do Módulo.

**ii. Composição de forças**

Monte e teste a experiência e aplique em sala de aula, utilizando um registro normalizado do trabalho dos estudantes, por exemplo, prepare uma ficha para obtenção e análise de dados para ser preenchida pelos alunos quando da realização da experiência em sala de aula.

**b) Conservação da quantidade de movimento**

Realize a atividade e escreva um relatório utilizando o roteiro A8 ii. e o conjunto experimental fornecidos.

**c) Pêndulo balístico**

Montagem, preparação de um roteiro e realização da experiência com obtenção de dados e relatório de resultados, análise e conclusões somente.

**Proposta problema:** Monte um pêndulo simples e colocando uma bola na borda de uma mesa, permita que o pêndulo colida com a mesma centralmente. Determine a energia potencial inicial e a energia cinética final a partir de medidas diretas de h e A.

**3. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

- a) **Leitura das bibliografias indicadas em A7.**

Como você utilizaria essas ideias em sala de aula? Escreva um ensaio de até uma página.

b) **Prepare um plano de aula para utilizar o GREF em sala de aula** (Bibliografia A5).

#### 4. APLICAÇÃO PARA A SALA DE AULA

a) **Construa um teste diagnóstico** sobre o conceito de conservação de energia mecânica com oito (8) questões analisadas através de uma

matriz de referência (Apostila Avaliação de aprendizagem através de testes, M. Elia, p. 10, janeiro 1994).

b) **Avaliação diagnóstica qualitativa em sala de aula:** Aplique as ideias expostas na referência A6. e construa um teste tipo POE, utilizando

um tópico que você está ensinando em sala de aula. Aplique e recolha as informações registradas pelos alunos.

---

### 10. Licenciatura: Acompanhamento de Curso. Kawamura, N.A e Hosoume, Y.

---

Nos últimos anos tem sido descuidado o acompanhamento dos cursos de terceiro grau, em termos de objetivos gerais de formação e dos resultados apresentados. A falta de valorização do ensino frente às atividades de pesquisa muito tem contribuído para isso, produzindo um panorama adverso que é confirmado pelos resultados dos estudos sobre evasão. Algumas das dificuldades para uma abordagem mais abrangente da formação nesse nível têm raízes estruturais. O sistema vigente permite a diluição de responsabilidades, fragmentação/repetição de conteúdos em diferentes disciplinas, extinção do "coletivo" nas turmas, entre outros problemas, institucionalizando visões fragmentadas em quase todos os níveis.

Dentro da proposta do novo currículo de Licenciatura em Física que vem sendo implantado desde 1993 no IFUSP, tem sido defendida como essencial a necessidade de um acompanhamento permanente do curso em seu conjunto. Nesse trabalho, apresentamos as atividades e indicadores para tal acompanhamento, seja através da busca pelo estabelecimento de diálogo (reuniões de diferentes naturezas), seja monitorando resultados (perfil, desempenho dos alunos, etc). A questão central consiste em localizar quais elementos são potencialmente mais significativos para identificar as mudanças e readequações necessárias ao longo do percurso. Serão apresentados, também, os principais resultados que caracterizam o andamento do curso nesses dois primeiros anos.

---

### 11. Curto-Circuitando Fórmulas e Conceitos Memorizados: Ensinando Eletricidade no 1º Grau. Pierson, A.; Toscano, C.; Teixeira, D.; Kawamura, M. R. e Hosoume, Y.

---

Como parte de um projeto de seção crítica e reelaboração dos conteúdos de Física a serem abordados, principalmente nas séries finais do 1º grau, foi elaborado e discutido com professores de Ciências da Rede Estadual de Ensino/SP uma proposta para o ensino da Eletricidade. Essa proposta está concretizada num texto que tem por

objetivo auxiliar o professor na organização e desenvolvimento deste tópico em sala de aula.

Acabou a luz! Que implicações este fato tem hoje no nosso dia-a-dia? Que implicações teria a cinquenta anos atrás? Na conversa com nossos avós é fácil recuperarmos a história da eletricidade e a mudança de hábitos incorporada por ela na nossa maneira de viver hoje. Analisando o tema a partir daquilo que os alunos já vivenciam no seu cotidiano e da sua importância na organização social da sociedade contemporânea é possível iniciarmos um diálogo efetivo com o aluno sobre o tema. Um processo onde conceitos específicos da Física surgem da necessidade de compreensão de situações que se coloquem como desafios aos alunos e não conceitos a serem memorizados numa manipulação mecânica de fórmulas e meras equações.

Ao longo da proposta, o conteúdo específico da Física vai sendo organizado ao redor da idéia de circuito elétrico, desenvolvida a partir do universo vivencial do aluno. Num movimento de idas e vindas, parte-se do concreto, manipulável, mas tendo por objetivo construir algumas abstrações inerentes ao conhecimento científico.

Ao final desse passeio, sempre pontuado por atividades que permitam o fazer, construir (sejam idéias, conceitos, instrumentos ou objetos), o aluno deverá perceber e compreender o circuito elétrico que envolve desde o simples acender de uma lâmpada até os geradores de energia elétrica presentes nas usinas. O reconhecimento da idéia de geração de energia elétrica como um processo de transformação de uma forma de energia em outra permite re-olhar o social e construir uma nova compreensão da utilização da energia elétrica no mundo contemporâneo.

---

## 12. Um Laboratório Introdutório para os Cursos de Licenciatura em Física.

Hosoume, Y.; Sartorelli, J. C. e Yoshimura, E. M.

---

No final de 1992 aceitamos o desafio apresentado pela Comissão de Licenciatura do Instituto de Física, no sentido de elaborar uma proposta para a primeira disciplina de laboratório: Introdução às Medidas em Física, tendo como horizonte a formação de um professor de Física de 2º grau capaz de responder às necessidades educacionais de nosso mundo contemporâneo.

Explicitação do significado de experiências na construção do conhecimento físico, caracterização das atuais metodologias de pesquisas experimentais e diferenciação dos papéis das atividades experimentais em nível de 2º e 3º graus de ensino, foram algumas das questões por nós consideradas relevantes na proposição do curso.

A estrutura do curso está organizada em quatro grandes temas: medidas de distância, de intervalo de tempo, de velocidade e de temperatura. Cada um destes temas é desenvolvido de forma a explicitar a necessidade de procedimentos e instrumentos adequados, delimitados pela dimensão da grandeza em questão: medidas do cotidiano, grandes dimensões e pequenas dimensões.

Este curso foi concebido de forma bastante diferente daqueles ministrados nos cursos básico de laboratórios das universidades, normalmente restritos a realização de experiências bastante dirigidas e a redação de relatórios. Leitura de textos/artigos, realização de listas de exercícios teóricos e experimentais e discussões sobre os vários aspectos da análise experimental fazem parte do esforço de contextualização e aprofundamento das questões propostas para análise.

A proposta foi aplicada em 1993 e 1994 para, aproximadamente, 300 estudantes dos cursos de Licenciatura da Física e da Matemática da USP. Alguns resultados desta aplicação farão também parte da apresentação de nossa proposta de curso.

---

### 13. O Estudo da Luz e suas Propriedades na História da Física como Subsídio ao Ensino de Ótica. Silva, E.A. da

---

Desde os antigos gregos e ao longo de muitos séculos as idéias acerca da luz e dos fenômenos óticos foram estudados e questionados por muitos pensadores ("filósofos" e "cientistas") tais como Empédocles, Demócrito, Euclides e Ptolomeu; e na Idade Média, Kepler, Newton, Hooke, Grimaldi e Huygens entre outros.

Na Grécia Antiga várias proposições para explicar como ocorria a visão foram apresentadas. Podemos tomá-las em dois sentidos principais (luz saindo do objeto - luz saindo do olho) e suas variantes:

Empédocles de Agrigento (500-430 a.C.) considerava que os objetos emitiam uma espécie de "fogo elementar externo" e o olho um "fogo elementar interno". Quando estes dois entes se encontravam, dentro do olho, ocorria a visão. Segundo esta interpretação, os animais que tinham a capacidade de verem à noite, o conseguiam pois o "fogo elementar interno" de seus olhos podia ir além dos mesmos, facilitando a visão noturna.

Os Atomistas (sec. V a.C. - entre eles, Demócrito - 460 à 370 a.C. e Epicuro - 341 à 270 a.C.) consideravam que apenas na superfície dos objetos surgiam as "eidolas" (uma espécie de imagem) que ia até o olho e permitia a visão.

Os Pitagóricos (c. 560 a.C.) admitiam que os objetos não emitiam nada, mas sim, que apenas o olho emitia um "fogo invisível" que, atingindo o olho permitia a visão.

No séc. II a.C., Euclides apresentou uma das proposições mais estruturada e objetiva até então para explicar a luz e os fenômenos óticos. Euclides introduziu o conceito de raios emitidos pelo olho em linha reta, todos com a mesma velocidade. Suas idéias eram estudadas em livros-texto, setecentos anos depois.

No Oriente Médio, sobretudo do século IX ao XI d.C. algumas idéias sobre a visão (e conseqüentemente, sobre a luz) surgiram ligadas aos estudos "médicos" da época. Alguns "médicos" desta época, como Alkind e Alhazen, afirmavam que a visão deveria ser causada por algo externo ao olho, e apresentavam como argumento disto o fato de que determinadas imagens permanecem em nossa retina mesmo após termos

fechado os olhos e que, portanto, algo deveria estar chegando ao olho para provocar alteração no mesmo.

O jesuíta italiano Francesco Grimaldi (1618-1663) foi quem primeiramente introduziu a idéia de uma onda que, saindo do objeto, perturbava o meio próximo e então propagava-se até atingir o olho e permitir a visão.

Christian Huygens (1629-1695) em seu "Tratè" não abordou cores e difração. Mas, para Huygens, a luz era algo análogo a onda sonora e se propagava no éter (constituído de partículas menores e mais permeáveis que as do ar). Huygens trabalhou a luz enquanto onda através das frentes de ondas. Embora sua hipótese ondulatória servisse para que outros entendessem a difração, ela não podia ser usada para justificar a propagação retilínea da luz.

Robert Hooke (1635-1703) - "Micrografia" (1664) também aproximou a luz a pulsos que se propagavam e propôs que as cores dos filmes finos (como as bolhas de sabão) dependiam de uma certa periodicidade dos pulsos - o que passou despercebido por Huygens.

Porém, Hooke não conseguiu explicar a propriedade de focalização das lentes nem chegou ao conceito de luz monocromática quando trabalhou com filmes finos - conceito que só surgiria mais tarde, com Newton.

Isaac Newton (1642 - 1727) foi quem deu uma explicação importante para a compreensão da luz monocromática. Através de seu "Experimentum Crucis", Newton mostrou que a luz branca era a soma de todas as luzes monocromáticas.

Newton propunha que a luz era composta de pequenas partes, como podemos perceber na sua definição de raio:

"By the Rays of Light I understand its least Parts, and those as well Successive in the same Lines, as Contemporary in several Lines. For it is manifest that Lights consists of Parts, both Successive and Contemporary; because in the same place you may stop that which comes one moment, and let pass that which comes in any other. For that part of Light which is stopp'd cannot be the same with that which is let pass. The least Light or part of Light, which may be stopp'd alone without the rest of the Light, or propagated alone, or do or suffer any thing alone, which the rest of the Light doth not or suffers not, I call a Ray of Light."(Opticks, First Book, Part I, pp.1-2)

Porém, apesar desta visão de partes (ou partículas), Newton aponta alguns aspectos ondulatórios da luz principalmente quando apresentou, em seu "Opticks", a idéia dos "fits" para explicar a formação de anéis conhecidos como "Anéis de Newton".

Como podemos perceber, na Antiga Grécia a questão da luz e a ligação desta com a visão era o centro da questão sobre a mesma. Os pensadores da época precisavam saber se a 'luz' (que propiciava a visão) originava-se dos objetos ou do próprio olho.

A "medicina", que estava bem desenvolvida no Oriente Médio por volta do século X, contribuiu para a elucidação desta questão.

Para os pensadores da Idade Média (Grimaldi, Huygens, Hooke, Newton, Galileu) a questão da luz sendo emitida pelos objetos e não pelo olho já era consenso na 'comunidade científica'. E a questão voltava-se para saber como ela ia do objeto até o olho?, como ela se propagava?

Duas idéias principais vêm a tona. A que ganhou mais terreno foi a explicação da luz como onda se propagando num meio mais rarefeito que o ar. Esse meio deveria ser permeável a tudo, o que dificultava a sua verificação. Uma outra idéia, menos considerada na época não fosse pelo prestígio de seu principal defensor, é a idéia da luz como partículas.

Newton defendeu essa idéia e ainda tentou associar corpúsculos de diferentes massas com os diversos desvios sofrido por cada cor quando a luz branca passa pelo prisma.

Porém, Newton sabia das experiências e argumentos de Hooke e Huygens mostrando aspectos ondulatórios da luz. E, apesar de Newton não admitir a luz como onda, não ignorava totalmente esse aspecto, como quando tentou explicar os "Anéis de Newton".

Em alguns aspectos, como coloca o Prof. Mário Schenberg, os "fits" podem ser vistos como uma primeira idéia de incerteza que iria ser um princípio básico da Mecânica Quântica no século XX e que a dualidade onda-partícula começou a ser esboçada na explicação que Newton dava para a luz.

### Considerações Finais

Ao entrarmos em contato com a História da Ciência percebemos que a sua riqueza tem grande importância na formação do Professor de Física e no aprendizado dos alunos pois coloca-os em contato direto com os princípios da Física.

A introdução da História da Ótica no ensino da mesma põe o aluno (e o professor) em contato mais íntimo com a natureza da luz e suas propriedades; favorecendo a compreensão das explicações científicas.

Desta forma, acreditamos que o ensino da História da Ótica junto ao ensino dos princípios da Ótica pode contribuir para criar-se um ensino no qual, entender a luz e suas propriedades e as visões científicas de onda e de partícula sejam mais importantes do que o ensino de um conjunto de regras para se traçar retas em lentes e espelhos, que irão determinar o tipo de imagem construída.

### Referências Bibliográficas

- ABRAMOF, P.G. Um Estudo do Opticks de Newton. TIFUSP, 1989.
- ANDERSON, B & KÄRRQVIST, C. Light an its Properties. University of Gothenburg, 1981.

## Painéis

MASON, J.F. História da Ciência - As Principais Correntes do Pensamento Científico. 1a. ed. Trad. Flávio e José Vellinho de Lacerda. Ed. Globo, Porto Alegre, 1964.

NEWTON, Isaac. Opticks. by Bernard Cohen. Dover Publications, Inc., New York, 1979.

RONAN, Colin A. História Ilustrada da Ciência. Vol.I - Das Origens à Grécia. Jorge Zahar Ed.

SCHEMBERG, Mário. Pensando a Física. 2a. ed. Brasiliense, São Paulo, 1985.

História da Ciência - Notas de Aulas. Encadernação IFUSP.

**SESSÃO B3: Inovações Curriculares e Didáticas**

Coordenadora: Isa Costa

---

**1. Detecção da Construção de Conceitos em Interação com o Meio Profissional.**  
Fonseca. J.B.; Rinaldi C.

---

## **1 - INTRODUÇÃO**

A dificuldade na construção de conceitos em física, pelos alunos de matérias profissionalizantes, nos levou após duas décadas como professor de Escolas Técnicas, ao Mestrado em Educação Pública - Ensino de Física, da UFMT. Numa estrutura de Ensino Técnico Profissionalizante, as disciplinas de formação geral e básica, devem atuar em consonância com os conteúdos abordados pelas disciplinas técnicas, como pré-requisitos ou instrumentais. Nunca como o curso propedêutico e isto tem gerado uma dicotomia estrutural, pela falta de interação entre os conteúdos.

Neste trabalho são apresentados alguns dos resultados de testes sobre a construção de conceitos em física, em interação com o meio profissionalizante, de alunos do primeiro ano do curso de Edificações (EDF) da Escola Técnica Federal de Mato Grosso (ETF/MT)<sup>1</sup>, através de pré-testes (PRÉ) e pós-testes (PÓS) e tratamentos didáticos na indústria cerâmica regional e laboratórios da escola.

Para os testes escolheu-se os de "CONSERVAÇÃO DAS QUANTIDADES FÍSICAS e FLUTUAÇÃO DOS CORPOS", onde procura-se compreender como se dá sua construção cognitiva, desde a noção mais simples até as noções mais elaboradas. E mostra um enfoque construto-cognitivista na avaliação desses resultados.

## **2 - CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA**

Abordando as teorias construtivistas de Piaget e Ausubel, pretende-se criar metodologia, para um ensino significativo em Física desses conceitos, naqueles cursos. Para tanto, foi considerada a **interação com o meio, o elemento principal na construção desses conceitos.**

A proposta básica do trabalho, consta de um pré-teste para todos os alunos selecionados, visita a fábrica e laboratórios, por equipes aleatoriamente escolhidas para o tratamento, com acompanhamento monitorado e pós-teste aos grupos em tratamento (GT) e os de controle (GC). Os conteúdos a serem desenvolvidos nessas visitas, de acordo com a teoria escolhida, acredita-se, **provocarão o desequilíbrio necessário a construção desses conceitos** (.....). Essa hipótese foi levantada, quando: explicados os processos de fabricação de material, é comum receber

---

<sup>1</sup>Todas palavras abreviadas no texto, são seguidas da abreviatura entre parênteses, quando da primeira escrita

## Painéis

trabalhos de pesquisa literária, com conceitos incompletos ou mal construídos, em contrapartida, os relatórios de visitas à fábricas, são ricos em conceitos e detalhes. Mostram que na maioria das vezes, os conceitos foram reformulados e se encaminham para uma explicação melhorada, como se, o envolvimento do futuro profissional com o seu meio, outorgasse-lhe melhores meios de explicação.

### 3 - METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa baseia-se na teoria de Ausubel, da aprendizagem significativa: **quando a nova informação relaciona-se com um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aprendiz** (Moreira, 1985). Para tanto, busca-se o interesse vocacional do aluno por oficinas, laboratórios, canteiros de obras e fábricas, e através desses recursos, uma interação do aluno com o meio que, segundo a visão Piagetiana: a aprendizagem mais eficiente, **ocorre quando há uma adequação entre a lógica incorporada nos materiais curriculares e a estrutura cognitiva** (Piaget et Inhelder, 1975). Neste caso, esta pesquisa, serve de teste qualitativo e parâmetros de avaliação do crescimento conceitual, segundo a metodologia adotada.

Foi usado, **o delineamento experimental de nº 4, de pré e pós-teste a grupo experimental e de controle casuais, em que são empregados grupos equivalentes, assim entendidos pôr serem aleatórios.** (Campbell & Stanley, 1979)

Houve a preocupação de se investigar o gosto do aluno pelo que faz, para isso o **pré teste** foi acompanhado de quatro perguntas pessoais, relacionadas com a escolha do curso pretendido. Além do pré e pós testes foram entremeadas duas etapas, exclusivas aos Grupos de Tratamento (GT), que constituiriam de **visita a uma indústria cerâmica** (características do material - granel e transformado - coleta de amostra), e **aula prática de laboratório**, sobre caracterização das amostras colhidas, com determinação de medidas (parâmetros) para ensaios, tomando como conteúdos os anteriormente citados e adotados

### 4 - RESULTADOS E COMENTÁRIOS ÀS RESPOSTAS

#### 4.1 - PERFIL VOCACIONAL

A primeira parte do pré-teste consta de quatro questões que investigam as vocações do aluno com relação ao seu curso. A seguir é apresentado esta parte da pesquisa.

1. **Porque v. escolheu Edificações:** 62 % Área de Eng<sup>a</sup>. ou Vocação e 38 % Influência de 3º ou Outras.
2. **O que pretende após a graduação:** 82% Fazer vestibular, 15% Carreira técnico e 3% Outras Respostas.
3. **Numere as disciplinas conforme a ordem de importância:** Matemática c/88 pontos, Desenho c/81 e Física c/75 foram as três melhores

classificadas seguidas de Português e Química com aprox. 47 pontos as outras focaram abaixo de 27 na preferência

4. Se v. fosse mudar de curso, qual escolheria: 42 % Informática, 23 Desenho/Agrimensura, 16 Eletro/Eletrônica, 12 Secretariado/Turismo, 07 Química

## 4.2 - CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS

A segunda parte do pré-teste e todo o pós-teste, constam de questões que investigam as estruturas cognitivas da formação e assimilação de conceitos, com relação as suas concepções relativas ao conteúdo, e de como estas foram alteradas ou não, no tratamento.

Foram analisadas apenas parte das abordagens do primeiro e do segundo tema do conteúdo. É relatado a seguir o resultado dessas questões: As primeiras perguntas pesquisam, quais os conceitos que os aluno possuem sobre "Flutuação dos Corpos", e é apresentado uma síntese da avaliação de três questões no quadro 01 e sobre a "Conservação da Matéria", é analisada no quadro 02.

| QUESTÕES >                     | Testamos, pelo contato, dois materiais quanto as suas propriedades de flutuação num mesmo líquido: Um afunda o outro flutua, por que? |             |             | Temos um corpo colocado em dois líquidos diferentes: Afundando em um e flutuando em outro. |             |             | Perguntamos, por que uma pedra afunda na água e o mesmo não acontece com um barco? |             |             |
|--------------------------------|---|-------------|-------------|--|-------------|-------------|--|-------------|-------------|
|                                | GT/GC PRÉ   | GT PÓS      | GC PÓS      | GT/GC PRÉ  | GT PÓS      | GC PÓS      | GT/C PRÉ   | GT PÓS      | GC PÓS      |
| N.R./ARTIFICIAL./OUTRAS        | 3,9   | -           | 12,5        | 15,4   | -           | 6,3         | 23   | 20          | 43,2        |
| CONSTITUIÇÃO/FORMA             | 15,4  | 10,0        | 25,0        | 34,6   | -           |             | 7,8  | 30          | 31,9        |
| PESO e MASSA                   | 26,8  | 20,0        | 18,7        | 3,9  | -           | 6,3         | 15,4   | -           | 6,2         |
| D..ABS. / P.ou M. ESPEC.       | 38,5  | 20,0        | 31,2        | 3,9  | 30,0        | 31,2        | 34,6   | 10          | 6,2         |
| DENSIDADE RELATIVA*            | 11,5  | 50,0        | 6,3         | 11,5   | 20,0        | 18,7        | 11,5   | 10          | 12,5        |
| FORÇAS*                        | -   | -           | -           | 11,5   | 40,0        | 25,0        | -  | -           | -           |
| EMPUXO                         | 3,9   | -           | 6,3         | 19,2   | 10,0        | 12,5        | 7,7  | 30          | -           |
| % TOTAL<br>(nºabs. pesquisado) | 100<br>(26)   | 100<br>(10) | 100<br>(16) | 100<br>(26)  | 100<br>(10) | 100<br>(16) | 100<br>(26)  | 100<br>(10) | 100<br>(16) |

QUADRO 01

|  |  |
|--|--|
| Uma das questões sobre a Conservação da Matéria, vem de uma brincadeira de adivinhação comum as crianças quando aprendem medidas de peso, "o que pesa mais 1kg de chumbo ou 1 kg de algodão? Pôr que?" |  |
| *  | As respostas objetivas foram dentro do esperado: responderam que o chumbo pesa mais que o algodão, 03 alunos e que o chumbo pesa igual o algodão, porém muitos ao explica-las foram contraditórios, conforme alguns exemplos destacados abaixo:  |
|  | iguais = suas densidades não variam<br>iguais = a quantidade de chumbo é muito menor.<br>iguais = a massa do chumbo e muito maior que a do algodão, porque sua densidade é maior.<br>iguais = porque um quilo de chumbo tem mais massa e um quilo de algodão tem mais volume.<br>chumbo = pôr ter mais massa que o algodão   |
| *  | Convém citar que essa mesma questão aplicada anteriormente em outra turma apresentou um resultado interessante: de 24 alunos, 12 responderam que o peso era igual, 11 responderam que era o chumbo o mais pesado (confundindo com peso específico) e 1 que o quilo de algodão pesava mais porque tinha mais massa, numa prova de que ele conseguia confundir os três conceitos entre si. |

QUADRO 02

## 5 - CONCLUSÃO

O trabalho mostra a necessidade de uma mudança na metodologia de correções e avaliações, levando em conta a **construção do conceito em questão, do ponto de vista do aluno**. Busca o confronto entre a experiência e o costume em dar notas e conceitos dentro de uma escala e a nova visão da análise de estruturação do cognitivo. Isto levou este capítulo a tomar rumos interessantes, forçando a sua constante e necessária reformulação na correção dos pré e pós testes, **conduzindo à construção do próprio conceito de construtivismo**. A apresentação de uma estruturação cognitiva do conhecimento de uma maneira ordenada, nos leva a identificar valores cognitivos antes ignorados, que podem em muito auxiliar o professor como aportes na apresentação de seus conteúdos.

A construção cognitiva desses conceitos, relativos ao conteúdo formal, se dão desde o ensino básico ou mesmo espontaneamente através da sua observação de mundo; São em sua maioria conceitos espontâneos ou alternativos, que satisfazem as necessidades de respostas do cotidiano, se organizam de forma, que vão desde artificialismos como máquinas e equipamentos, passam por forma, contenção de ar e peso, e chegam a peso e massa específica, densidade e até empuxo, que seria a explicação do fenômeno por uma lei da física. (Abib, 1988). O que se observa é que a maioria dos alunos possuem conceitos alternativos, próprios do período operacional concreto, encontrando dificuldade em raciocinar com hipóteses verbais (Dominguez,

1992), daí a expressiva percentagem de respostas citando a densidade apenas como referência, pôr associarem com a figura "mais ou menos denso ou espesso". Quando além da explicação ou exposição trabalha-se com experimentos, atinge-se facilmente os alunos com capacidade de abstração e também os que operam no concreto, já que mesmo na adolescência ainda não concluíram essa etapa, o que não é raro, já que Piaget estipula faixas etárias para as fases de desenvolvimento cognitivo mas não as delimita. Sendo comum encontrar adultos no nível superior, assim operando (Rinaldi, 1989). Conceitos alternativos são persistentes ao longo da escolarização (Rinaldi, 1989), através de investigações bem elaboradas de testes do conteúdo, pode-se diagnosticar essas falhas e trata-las correta e eficazmente. Podendo obter bons resultados na elaboração de conceitos alternativos desde que como Ausubel, resumindo sua teoria de aprendizagem: "o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem, é aquilo que o aluno já sabe (cabe ao professor determinar isso e ensinar de acordo)" (Moreira, 1985).

## 6 - BIBLIOGRAFIA

- ABIB, Maria Lúcia V. dos Santos.** "Uma abordagem Piagetiana para o ensino de flutuação dos corpos". Textos-Pesquisa para o ensino de ciência. São Paulo. Faculdade de Educação da USP. 1988.
- CAMPBELL, Donald T. & STANLEY, Julian C.** "Delineamentos experimentais e quase experimentais de pesquisa". Tradução de Renato Alberto T. Di Dio. São Paulo. EPU, EDUSP. 1979.
- DOMINGUEZ, Dominique Colinvaux de.** "A formação do conhecimento físico, Um estudo da causalidade em Jean Piaget". Niterói, UFF., EDUFF. Rio de Janeiro, Univerta. 1992.
- MOREIRA, Marco Antônio.** "Ensino e aprendizagem, enfoques teóricos". São Paulo, Editora Moraes. 1985.
- PIAGET, Jean & INHELDER, Bärbel.** "O desenvolv. das qtdes. físicas nas crianças - conservação e atomismo". Trad.de Christiano M. Oiticica, 2ª Ed. Rio de Janeiro, Zahar Editores. Brasília, INL. 1975.
- RINALDI, Carlos.** "Concepções alternativa em eletricidade básica". Tese de mestrado. UFF. RJ. 1989

---

2. Ensino de Física da ETFRN: Análise e Proposta de Conteúdos. Sobrinho, A.A.; Santos, Z.; Araújo, E.

---

O presente trabalho apresenta uma análise do ensino de Física, como um conjunto de conhecimentos e procedimentos capazes de relacionar as Leis da Física com o cotidiano do aluno, como também focar o caráter indissociável entre FÍSICA, CIÊNCIA e TECNOLOGIA. Questiona aspectos metodológicos do ensino, quando estes na maioria das vezes é apresentado de forma estanque, fragmentária e

tradicional. Denuncia que o ensino de Física na ETRN não obedece os critérios de terminalidade e continuidade que a legislação vigente exige.

No segundo momento, são listados os conteúdos de Física que não são abordados no currículo da escola, para em seguida propor um novo currículo de Física que contemple um conteúdo de Física baseado na Física Clássica e suas aplicações, sem no entanto se prender a aspectos momentâneos e mercadológicos. Finalmente, apresentamos os resultados de uma pesquisa de opinião com os alunos, sobre o ensino da Física na ETRN, abordando aspectos de conteúdo, metodologia e avaliação de aprendizagem, com o objetivo de subsidiar o nosso trabalho.

---

### **3. Uma Idéia de Prática Educacional em Física: Descrição e Análise de uma Realidade.** Auth, M.A.; Trion, R.; Souza, C.A.

---

#### **Descrição da Prática Educacional Desenvolvida**

A prática educacional que ora descrevemos foi desenvolvida durante o ano letivo de 1993 por seis docentes de física com aproximadamente quinhentos alunos da 1ª série do 2º grau de escolas públicas e privadas do sul do país. A interação entre esses docentes, ao longo do ano letivo, ocorria em encontros bimestrais, instância de produção e avaliação dos materiais didáticos, sendo mediada por um coordenador.

Na sala de aula, realizamos inicialmente uma investigação participativa com os alunos, perguntando-lhes que coisas estavam relacionadas com o tema mecânica. Agrupamos estes dados construindo uma tabela, classificando-os em coisas que transladam, rotacionam, se equilibram, ampliam forças e outros (GREF, 1990). Durante o tempo em que fazíamos a sistematização destes dados (aproximadamente um bimestre letivo), trabalhamos algarismos significativos, medida e representação gráfica (ALVARENGA, 1981).

Os materiais didáticos produzidos, subsidiaram as ações docentes e discentes à cada aula, tendo sido utilizado como referencial para a organização do conhecimento físico o GREF (1990). Visto entendermos que o mesmo prioriza uma abordagem conceitual da teoria física. As atividades educacionais planejadas, continham a essência da organização do conhecimento físico sistematizado na referida obra. Foi um dos elementos formativos, jamais tendo sido aplicada diretamente nas aulas de física! Durante o desenvolvimento da prática educacional ao longo do ano letivo, fomos identificando problemas que acreditávamos estar obstruindo o diálogo, os quais podiam ter sua origem nos objetos trabalhados nas aulas de física (na sua grande maioria eram os mencionados na referida obra). Dentre as modificações operacionalizadas a partir disso, destacamos o resgate dos objetos classificados inicialmente na tabela. As aulas passaram a ser desenvolvidas em torno desses objetos, visando sempre a busca dos universais da física.

#### **A Organização dos Conhecimentos Físicos**

Partimos do pressuposto que o estudo da cinemática, da forma como vem sendo priorizada nas aulas de física, no curso secundário das escolas deste país, compromete a compreensão conceitual da mecânica newtoniana. Neste sentido, a organização destes conhecimentos físicos elaborados pelo GREF (1990), pode potencializar uma prática educacional em Física na direção da compreensão rigorosa das leis de conservação da mecânica newtoniana.

A ênfase nas leis de conservação da física pode propiciar a determinação de um fio condutor no plano curricular. Além disso, vai ao encontro da perspectiva conceitual *temática e unificadora*, sistematizada por ANGOTTI (1991) que elege regularidades e transformações como *conceitos unificadores* de primeira ordem.

Esta abordagem possui características conceituais, aproximando-se de trabalhos didáticos-pedagógicos, na qual a compreensão fenomenológica é destacada, isto é, realizada através de descrições de situações com pretensões de serem cotidianas.

A vinculação deste conhecimento com a realidade é que pode ser questionada, visto que as situações mencionadas possuem, na sua grande maioria, um distanciamento das coisas da realidade concreta em que vivem os envolvidos. Afirmamos, baseados na seguinte citação: "Num jogo de bilhar, uma bola pode chocar-se frontalmente com outra. Quando isto acontece, a tacada é dada na direção da reta que passa pelos centros das bolas. Neste caso, a bola que estava parada inicia o movimento e a outra pára, como se 'algo' fosse 'transferido' integralmente para a bola que estava em repouso" (GREF, 1990: 30)

Esta citação menciona objetos e situações que não constam da tabela apresentada pela obra. Para nós, quando as situações abordadas não envolvem objetos reais (coisas da realidade), há possibilidades do diálogo em sala de aula, em torno do estudo científico da realidade vivida, ser obstruído. Por exemplo: "quando uma criança sobe no tablado de um carrocel parado e começa a correr, o carrocel também começa a girar no sentido contrário ao desta criança. Da mesma maneira, um ratinho andando numa gaiola cilíndrica (livre em torno do eixo), faz com que esta gire em sentido oposto" (GREF, 1990:68)

Tal descrição, parece-nos estar longe de contribuir para a formação humanística do cidadão, ora categorizado como aluno. Ao invés disto, apostamos em descrições do tipo: "uma furadeira, ou enceradeira, ao serem ligadas tentam girar no sentido oposto da broca ou das escovas. Elas só não completam o giro porque estão seguras pelas mãos e portanto associadas ao corpo de uma pessoa que, por sua vez está apoiada no chão" (GREF, 1990:69)

Descrições como esta possuem maior potencial na direção já assinalada. Trata-se de estabelecer prioridades para as aulas de física, tendo em vista sua limitação espaço-temporal e sua instrumentabilidade social. Esta limitação pode ter influenciado o grupo, devido a influência exercida pela referida obra. Por exemplo, o material sobre conservação do momento linear não menciona a questão da segurança

no trânsito (uso do cinto de segurança, dirigir veículos automotores de forma imprudente). Isto pode acarretar num distanciamento significativo dos estudos dos princípios físicos, envolvidos na construção e funcionamento dos objetos, levantados e registrados na tabela. Conforme já foi dito, isto pode comprometer a interação dialógica nas aulas e não priorizar a construção da cidadania.

### **Sistema Físico como Equipamento Gerador (EG)**

A idéia de estudar os sistemas físicos (objetos reais ) como recurso didático de caráter experimental, foi expressiva entre os pesquisadores da área de ensino durante quase uma década. Mais do que isto, apostamos que podem potencializar o diálogo na instância da sala de aula. Isto pode ser respaldado em BAZIN (1977), trabalho que DE BASTOS (1990) sistematizou, tendo como pano de fundo a pedagogia dialógica de FREIRE (1983). Na educação dialógica em ciências naturais, especificamente em física, MENEZES (1980), ANGOTTI (1982) e DELIZOICOV (1982), tornaram-se referenciais para a prática educacional nesta linha.

Em outras palavras, os objetos que fazem parte da realidade mas que tem sua compreensão, no que diz respeito aos seus princípios de construção e funcionamento, divergente da descrição científica, podem se tornar geradores de um programa educacional em ciências naturais. Na nossa visão, não se trata de eleger temas geradores, pois temos a limitação escolar formal, onde a temática já está definida ( por exemplo, na 1ª série do 2º grau, o programa estabelece como temática a mecânica newtoniana).

Desta forma, o conteúdo programático, quando operacionalizado com EG, sob a forma de atividades teórico-experimental<sup>2</sup>, pode potencializar a dialogicidade nas aulas de física. Contudo, a atividade prática deve preceder a atividade teórico-experimental como possibilidade de resgatar os saberes dos alunos.

Com o uso de EG, o risco de desvinculação com a realidade pode tornar-se menor. O manuseio reflexivo caracteriza a prática educacional dialógica com EG como objetos reais. Não só do ponto de vista físico, mas também, da realidade concreta em que está inserido, tendo como função pedagógica, propiciar a compreensão conceitual das teorias físicas.

No processo educacional dialógico, caracterizado pela atividade teórico-experimental, composta pelos EG, a possibilidade dos envolvidos atuarem como cidadãos, mesmo estando no espaço escolar formal, poderá ser maior. Na verdade, isto pode propiciar que a física torne-se instrumento para a compreensão do mundo em que vivemos.

---

<sup>2</sup>Atividade prática é desenvolvida inicialmente sem o conhecimento prévio da teoria física, utilizando como referencial o conhecimento do senso comum. Já a atividade teórico-experimental exige o conhecimento da teoria física, o que acarreta numa análise científica do fenômeno.

Concordamos que "o caráter prático-transformador e o caráter teórico-universalista da física não são traços antagônicos, mas isto sim, dinamicamente complementares" (GREF, 1990:14), o que pode ser otimizado através da vivência nas atividades teórico-experimentais. Isto significa que, como a abordagem conceitual é temática, o uso de EG pode propiciar a compreensão conceitual, bem como, sua utilização no dia a dia, ou seja, visando garantir esta percepção e a universalização dos conhecimentos físicos correlatos.

### **Reflexão da Experiência Educacional Dialógica Vivida**

No desenvolvimento da primeira parte da experiência, mais especificamente, na conservação da quantidade de movimento linear, utilizamos as mesmas situações, tidas como cotidianas pelo GREF (1990). Isto pode ter feito com que deixássemos de estudar situações que envolviam os objetos reais da tabela construída com os alunos.

Em nossa primeira avaliação parcial da experiência educacional, realizada no final do primeiro bimestre letivo de 1993, constatamos esta influência sobre nossas práticas educacionais. A partir desta constatação, redirecionamos as mesmas, no sentido de resgatar o processo educacional através das atividades teórico-experimentais. Isto acarretou uma retomada dos objetos reais da tabela, transformando-os em EG. Acreditamos que esta constatação só foi possível por estarmos pesquisando e agindo educacionalmente no cotidiano do espaço escolar formal. Além disso, cabe destacar que nossas ações se davam após as reflexões em equipe, nos possibilitando fazer julgamentos a respeito de nós mesmos. Paraphraseando CARR & KEMMIS (1986), dizemos que há necessidade de criar *comunidades de pesquisadores ativos-críticos*, para que possamos, via investigação participativa, efetuar a investigação de nossas práticas e dos nossos valores educativos nas instâncias educacionais em que atuamos.

Retomando o processo educacional, via desenvolvimento das atividades teórico-experimentais, com os EG, acreditamos estar tomando o conhecimento físico mais um componente da construção da cidadania. Tecemos tal afirmação baseando-nos nas práticas educacionais em torno da primeira unidade programática desenvolvida, onde as situações descritas possuíam características divergente das prioridades para formação do cidadão.

Por serem objetos reais, os EG, não foram tratados como material de baixo custo. Com isto, estamos dizendo que os recursos utilizados nas atividades teórico-experimentais, oriundos da realidade vivida, continuavam mantendo suas características e funções. Como exemplo, podemos citar o uso de liquidificador, que em pleno funcionamento, foi utilizado numa das atividades teórico-experimentais, propiciando uma discussão em torno da conservação do momento angular. Isto significa que este objeto foi estudado do ponto de vista físico, mantendo sua função original; pois, desta forma, o diálogo pode ser efetivado e mantido.

Nossa aspiração vai além do simples aprendizado da teoria física. Nos preocupamos em estabelecer uma interação dialógica com os educandos. Atentamos para o fato de que o objeto mediador do diálogo fosse do domínio de ambas as partes: educador e educando.

Esta interação iniciou via discussões em torno dos objetos reais, tal como são comumente conhecidos, tornando-se posteriormente os EG. O processo educacional dialógico sempre esteve atrelado a este princípio, ou seja, a construção abstrata indispensável à apreensão dos conhecimentos foi balizada pelo estudo dos EG.

Analisando a nossa prática educacional e a proposta GREF, tendo como parâmetros apenas os materiais didáticos elaborados - o livro física 1 (GREF, 1990) e os subsídios para as aulas de física que construímos - podemos momentaneamente discorrer sobre as seguintes aproximações e distanciamentos entre elas:

**Distanciamentos:** nosso material não pode ser entendido como um elemento de formação; gira em torno de objetos reais, oriundos da observação participativa com os alunos: é pautado por atividades práticas e teórico-experimentais em torno de objetos reais, que se tornaram EG; foi produzido por quem efetivamente está praticando educação dialógica em ciências naturais, cotidianamente nas aulas de física.

**Aproximações:** ambos os materiais não podem ser simplesmente aplicados nas aulas de física, visto serem destinados aos professores; possuem a mesma estrutura organizacional curricular, ou seja, tem como eixo as leis de conservação da física; inicialmente sugerem a organização de um levantamento de objetos reais existente na realidade vivida.

## **O Estudo dos Equipamentos Geradores como Forma de Consolidar o Projeto Pedagógico-Cidadão**

Acreditamos que nossa prática educacional nas aulas de física esteja em sintonia com o *projeto educacional como prática para a liberdade*. Sua origem deve-se a sistematização elaborada por FREIRE (1975), que antecede às primeiras ações de físicos-educadores como BAZIN (1977), MENEZES (1980), DELIZOICOV (1982), ANGOTTI (1982), ZANETIC (1989) e outros.

Isto significa que estamos praticando a educação dialógica em física no cotidiano escolar, como forma de viver a prática educacional para a liberdade, possibilitando resgatar a cidadania, marginalizada pela opressão cultural.

Na nossa visão, viver esta prática educacional contribui para consolidar um projeto pedagógico-cidadão, que busca resgatar qualidade de vida<sup>3</sup> dos envolvidos na comunidade escolar.

Metodologicamente, o desenvolvimento das atividades teórico-experimentais, através dos EG, podem ser encaradas como uma *alfabetização técnica*<sup>4</sup> (BAZIN,

---

<sup>3</sup>"Qualidade de Vida" para nós, diz respeito às condições mínimas necessárias para vivermos dignamente na sociedade. Significa podermos fazer nossas opções e estabelecermos nossas prioridades.

1977), no espaço escolar formal. Isto é coerente também com as etapas metodológicas elaboradas por DELIZOICOV & ANGOTTI (1991). Em outras palavras, os subsídios científicos e pedagógicos que balizam a operacionalização da nossa prática, estão tricotados ao longo da história da educação em ciências naturais no Brasil.

A viabilização de tal projeto pedagógico, que se pretende instrumento da cidadania, exige um diálogo sintonizado mais amplamente na sociedade. Mais do que isso, exige que estabeleçamos, ao longo do percurso, a efetivação de parcerias. Conseqüentemente, a viabilidade da implementação ficaria a cargo da interação dialógica entre comunidade de pesquisadores ativos-críticos (CARR & KEMMIS, 1986).

A importância do estabelecimento de parcerias, abre possibilidades para um quefazer não solitário. A identificação teórico-prática das ações educativas, marca divisas e possibilita o diálogo, que pesquisadores educacionais em ação necessitam para respaldar os resultados de pesquisa. A consolidação destas ações, por outro lado, garantem a continuidade do processo educativo que estamos vivendo em grupo.

### **Bibliografia:**

- ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. **Física**. Harper & Row, São Paulo, Vol. 1, 1981.
- ANDERSON, S. e BAZIN, M. **Ciência e (in)dependência**. Livros Horizonte, Lisboa, Vol.2, 1977.
- ANGOTTI, J. A. P. **Solução Alternativa para a Formação de Professores de Ciências**. FEUSP/IFUSP, São Paulo, dissertação de mestrado, 1982.
- ANGOTTI, J. A. P. **Fragmentos e Totalidades no Conhecimento Científico e no Ensino de Ciências**. FEUSP/IFUSP, São Paulo, tese de doutoramento, 1991.
- ANGOTTI, J. A. P. e DELIZOICOV, D. **Metodologia do Ensino de Ciências**. Cortez, São Paulo, 1990.
- ANGOTTI, J. A. P. e DELIZOICOV, D. **Física**. Cortez, São Paulo, 1991.
- CARR, W. & KEMMIS, S. **Becoming Critical: Education knowledge and Action Research**. The Falmer Press, London, 1986.
- DE BASTOS, F. P. **Alfabetização Técnica na Disciplina de Física: uma experiência educacional dialógica**. Florianópolis, UFSC/CED, dissertação de mestrado, 1990.
- DELIZOICOV, D. **Concepção Problematizadora para o Ensino de Ciências na Educação Formal**. FEUSP/IFUSP, São Paulo, dissertação de mestrado, 1982.
- DELIZOICOV, D. **Conhecimentos, Tensões e Transições**. FEUSP/IFUSP, tese de doutorado, 1991.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1983.

---

<sup>4</sup>A concepção de "alfabetização técnica" em BAZIN (1977) se refere às aptidões científicas e técnicas, que os trabalhadores necessitam incorporar na sua cultura, para poderem gestionar os meios-de-produção.

FREIRE, P. **Educação como Prática da Liberdade**. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1975.

GRAF. **Física 1**. São Paulo, Edusp, vários autores, 1990.

MENEZES, L. C. **Novo (?) Método (?) para Ensinar (?) Física (?)**. in: Revista de Ensino de Física, Vol.2, n.2, maio/1980.

ZANETIC, J. **Física Também é Cultura**. IFUSP/FEUSP, tese de doutoramento, 1989.

---

#### 4. A Formação de Grupos de Pesquisadores Ativos-Críticos e o Ensino de Física. Auth, M.A. ; Trion, R.; Souza, C.A.

---

### O Professor-Applicador e a Pedagogia Bancária

A pedagogia bancária (PB) é uma construção conceitual que FREIRE (1985) utiliza, especificamente em *Pedagogia do Oprimido*, para analisar e criticar o projeto político-pedagógico que viabiliza a prática educativa oficial. Segundo ele, a prática educacional desta, é essencialmente anti-dialógica, viabilizando a dominação e a opressão cultural.

A problemática central da PB é devido ao pré-estabelecimento dos conteúdos, o que torna os professores, repassadores de informações, ou depositários de conhecimentos. Conseqüentemente, transforma os alunos em endereços desses depósitos. Significa dizer, que os professores apenas aplicam uma proposta educacional, na qual não são intérpretes, e os alunos os aplicados. Resumindo, o problema central é que os conteúdos programáticos já estão previamente definidos!

É preciso que admitamos que a formação universitária, de uma maneira geral, passa pela prática educacional da PB. Neste sentido, a formação acadêmica dos professores está vinculada à PB, o que os torna professores-aplicadores. Suas ações docentes, com raríssimas exceções, se resumem na aplicação de teorias educacionais elaboradas fora do contexto escolar.

Um dos componentes deste universo acadêmico, é a prática dos docentes universitários, enquanto pesquisadores da educação. Não incorporam a pesquisa na educação, o que significa dizer, que pesquisam o quefazer dos outros, não se envolvendo no cotidiano escolar, na qual seus resultados de pesquisa são oriundos. Isto acarreta uma formação reprodutivista, categorizada por professores-aplicadores, em todos os níveis de escolaridade.

### Professores-Pesquisadores e a Pedagogia Dialógica

Por outro lado, FREIRE (1985) especificamente em *Pedagogia do Oprimido*, constrói um projeto pedagógico alternativo, que prioriza a interação dialógica entre os envolvidos no processo educacional. É importante entender que:

“É preciso conceber a educação como um projeto coletivo, no sentido de esclarecer a opção, o caminho a ser tomado, ou seja, ensinar para a libertação ou ensinar para a dominação. Se a opção for a primeira, é preciso encarar a educação como uma prática de liberdade...Em que o ato cognoscente não termina na apresentação do objeto cognoscível, visto que se comunica a outros sujeitos igualmente cognoscentes”  
(FREIRE, 1985: 78)

Não se trata mais de repassar conteúdos na forma de depósitos, mas sim, de investigar a realidade concreta<sup>5</sup> dos educandos, antes de estabelecer os conteúdos programáticos. Assim, o programa veicula conhecimentos que se tornam instrumentos para os envolvidos, potencializando uma nova visão da realidade, comprometida com transformações.

A prática educacional dialógica está diretamente atrelada à libertação cultural dos seres humanos, que tem por *vocação ontológica ser mais*. Em outras palavras, o processo educacional tem por prioridade a formação para a cidadania. Logo, educador e educando, necessitam ter um componente de participação, na construção deste conhecimento pedagógico, mediador do diálogo, o que os transforma em intérpretes-autores do processo.

Incorporarmos a concepção freiriana de educador-educando, requer que nos tornemos professores-pesquisadores de nossa prática educativa. Diante disso, não podemos mais aplicar propostas didático-metodológicas, mas sim, construí-las cotidianamente no espaço escolar formal, tendo teorias-guias balizando nosso quefazer sempre sintonizado em equipe. É preciso, contudo, estar atento para este agir, enquanto professores-pesquisadores, que exige uma postura investigatória constante, durante a prática educativa. Defendemos também, que a postura de educador-educando necessita ser incorporada, não apenas na etapa da investigação temática, mas sim, em todo o processo educacional, vivendo desta forma uma investigação participativa.

Por outro lado, os educandos transformam-se em educandos-educadores, vivendo cotidianamente sua realidade, concreta, de forma sistematizada no espaço escolar formal. Como forma de construir o projeto de formação cidadã, a parceria se estabelece em torno do novo conhecimento, que surge em função da apropriação dos conhecimentos científicos, que intervém na problemática real. O processo educacional, desta forma, torna-se um contínuo codificar-descodificar, que ambos, educador-educando e educando-educador, participam ativamente em funções específicas.

---

<sup>5</sup>Este conceito é originário da concepção educacional freiriana, e diz respeito à realidade vivida, mais a visão que os envolvidos tenham dela.

## **Formação de Grupos de Professores-Pesquisadores como Viabilização do Projeto Dialógico**

Nossa formação acadêmica nos leva a agir e a pensar individualmente, fazendo com que nossa prática educacional não tenha pontos de identificação em comum. Conseqüentemente, apesar do caráter teórico-universalista do conhecimento que operacionalizamos no dia a dia, nosso quefazer solitário passa a possuir características inertes, se compararmos com nossas pretensões.

Ao invés disso, a formação de grupos de professores-pesquisadores, propicia um quefazer mais sintonizado, além de expandir os espaços de reflexão das práticas educativas, que apesar de individuais são balizadas por estas. Isto, sem falar, que podemos julgar nossas ações e projetos porque somos autores das mesmas.

Por outro lado, a concepção educacional dialógica que está situada como pano de fundo, preconiza este agir e pensar em equipe. O fortalecimento deste tipo de trabalho, desmistifica o discurso de educadores que defendem uma prática educacional coletiva, enquanto admitem que as diferenças individuais não são suficientes para efetivamente consolidar a pesquisa participativa. É preciso estar agindo, em outras palavras, é necessário estar fazendo educação para ser professor-pesquisador.

A ação dos grupos de professores-pesquisadores, necessariamente teria que ter características da prática educacional dialógica. Caso contrário, o projeto pedagógico para a libertação cultural, ficaria comprometido, visto que existiria um distanciamento significativo entre o discurso e a prática.

### **A Experiência Educacional Realizada Enquanto Formação Continuada**

Quando se vive uma experiência educacional, que tenha como premissa transformar a própria prática educativa, vivida cotidianamente, é possível mapear os avanços que a investigação pode ter proporcionado. O que estamos defendendo, é a importância dos professores-pesquisadores estarem praticando educação no dia a dia, enquanto fazem pesquisa. Defendemos, inclusive, que quando estivermos vinculados a programas educacionais strictu sensu, isto é, estivermos fazendo pesquisa acadêmica, se quisermos realmente pesquisar educacionalmente, na direção apontada, é indispensável que pesquisemos nossas próprias práticas.

Na ocasião em que desenvolvíamos uma experiência educacional em física<sup>6</sup>, ao longo do ano letivo, os resultados de pesquisa tinham a função de parametrizar as decisões a respeito dos redirecionamentos curriculares, que a mesma exigia para ter continuidade. Estamos afirmando que este fato, é um dos componentes da formação do professor-pesquisador, que compõe um grupo. Não descolamos este componente

---

<sup>6</sup>Desenvolvemos ao longo do ano letivo de 1993, uma experiência educacional dialógica em física, na 1ª série do 2º grau, tendo como parametrizador para o conhecimento físico, o material elaborado pelo GREF (1990).

da acadêmica. Sabemos de sua importância e estamos dispostos a lutar para conseguir nos localizarmos, nas vagas dos cursos de pós-graduação strictu sensu, existente na nossa área de atuação.

Contudo, estamos inclinados a afirmar que a academia não interage suficientemente com a realidade educacional que existe, a ponto de propiciar as transformações que o referencial teórico destaca. É claro que não abrimos mão da formação acadêmica que nos permite o sistematizar dos conhecimentos científicos, os quais podem instrumentalizar nossas ações. Parafraseando FREIRE (1985) *é uma questão de opção pedagógica, ensinar para a libertação ou para a dominação.*

Buscamos com a operacionalização da experiência educacional, a emancipação de nossas práticas educativas, que sempre estiveram amarradas às teorias que necessitavam ser aplicadas, para gerar resultados educacionais dignos de credibilidade pública. A prática educacional, nesta visão que optamos, não pode ser comparada à ciência aplicada. Apesar de veicularmos nas nossas aulas de física, um conhecimento positivo, a prática educacional nesta área, não pode prescindir da criação de caráter didático-metodológico.

A avaliação destas práticas, obviamente, só poderia estar passando pela vivência nas mesmas, ou seja, não é possível mudarmos de paradigma na instância avaliativa. Em outras palavras, não cabe o uso de testes estatísticos apenas ou comparações entre práticas de natureza diferente. O processo avaliatório, para além do caráter de diagnóstico, necessita contemplar a categoria emancipatória, que certamente analisa a prática educativa vivida.

Apostamos que a autonomia dos professores-pesquisadores os emancipa de certas situações de opressão que a academia nos impõe, propiciando a participação em todas as etapas da prática educativa. Significa dizer, que participarão, desde o processo de tomada de decisão, até o desenvolvimento teórico-prático dos projetos pedagógicos.

## Bibliografia

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1985.

CARR, W. & KEMMIS, S. **Becoming Critical: Education knowledge and Action Research**. The Falmer Press, London, 1986.

---

### 5. Licenciatura Noturna em Física - Uma Proposta em Curso na FUNREI. Raposos, M.T.

---

A Fundação de Ensino Superior de São João Del Rei - FUNREI, implantou uma licenciatura noturna em Física a partir da licenciatura curta em Ciências. Amplas discussões e uma pesquisa prévia foram realizadas com o objetivo de avaliar a oportunidade de uma licenciatura em Física na área de influência da instituição. Foi constatada não só a necessidade como também a urgência de se implantar tal

licenciatura. A partir dos dados obtidos, foi solicitada ao MEC autorização para o funcionamento do novo curso e este trabalho é um relato das etapas do seu processo de implantação.

## Histórico

A FUNREI - Fundação de Ensino Superior de São João Del Rei é uma instituição federal que no ato de sua criação, Lei 7.255 de 18 de dezembro de 1986, incorporou o legado de instituições particulares de ensino superior existentes em São João Del Rei, a Faculdade D.Bosco de Filosofia, Ciências e Letras e as Faculdades de Engenharia, Administração e Economia da Fundação Municipal São João Del Rei.

Na Faculdade D.Bosco era mantido, entre outros, desde 1966, um pioneiro curso de licenciatura em Ciências, concebido nos moldes da Portaria nº 46/65 do Ministério da Educação e Cultura -MEC, e autorizado a funcionar pelo Decreto nº 60.645 de 28 de abril de 1967, destinado à formação de professores de Iniciação às Ciências Físicas e Biológicas e Matemática nas séries do 1º grau.

Nas metas iniciais do Projeto de Implantação da FUNREI figuravam vários pontos de destaque como, por exemplo, capacitação docente, melhoria e consolidação dos cursos já existentes e a “criação de novos cursos em resposta à demanda sócio-econômica da microrregião”. Neste sentido, de imediato houve uma preocupação em identificar as áreas de ensino que pudessem comportar um novo curso evidenciando-se, com clareza, a necessidade de uma licenciatura na área de Ciências, pelas seguintes razões:

- a) carência de habilitados para lecionar Matemática, Física, Química e Biologia nas séries do 2º grau, fato que permitia licenciados em Ciências de 1º grau lecionar tais disciplinas nas escolas da rede pública e privada de 2º grau;
- b) imposição normativa configurada na Resolução nº 37 de 14 de fevereiro de 1975, do Conselho Federal de Educação - CFE, pela qual as licenciaturas em Ciências, obrigatoriamente a partir de 1978, deveriam converter-se em “licenciatura única na área científica com habilitação geral em Ciências, para o ensino da respectiva área de estudo predominante na escola de 1º grau, e habilitações específicas em Matemática, Física, Química e Biologia, para o ensino das correspondentes disciplinas, predominantes na escola de 2º grau.

A antiga Faculdade D.Bosco não promoveu a conversão preconizada pela norma citada tendo sido este, além da constatação da carência de habilitados para lecionar disciplinas científicas no 2º grau, o fato motivador do processo de implantação da licenciatura noturna em Física.

As discussões iniciais em torno do assunto, e que envolveram professores do Departamento de Ciências Naturais da FUNREI, conduziram à escolha de um dos modelos previstos na Resolução CFE 37/75, o de manter a licenciatura curta em

Ciências, com caráter de terminalidade, oferecendo-se, após o seu término, habilitações específicas em qualquer ou em tôdas as disciplinas da área científica.

Em qualquer das hipóteses de conversão preconizadas, entretanto, a instituição deveria submeter ao Conselho competente a sua proposta, através de carta-consulta contendo informações e dados relativos, por exemplo, à mantenedora do curso a ser convertido, à sua área de influência, à necessidade social do curso proposto, bem como o projeto de criação das habilitações pretendidas, contendo informações sobre a organização curricular, regime, duração, número de vagas, corpo docente e técnico, instalações físicas, equipamentos etc.

A elaboração da carta-consulta foi precedida de ampla pesquisa de dados culturais, sociais e econômicos, que abrangeu cerca de cento e uma cidades da região de influência da FUNREI, algumas delas, além de S. João Del Rei, de relativa importância e com população em torno de 65.000 habitantes, como Barbacena, Ouro Preto, Lavras e Conselheiro Lafaiete. Esta região, situada no Distrito Geo-educacional 14, compreende cinco Delegacias Regionais de Ensino - S. João Del Rei, Barbacena, Ouro Preto, Conselheiro Lafaiete e Campo Belo.

Com base em informações do Centro de Documentação e Informações Educacionais da Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais, em 1988 haviam, nesta região, 185.000 alunos matriculados no 1º grau e 21.000 no 2º grau, com projeção de crescimento de 9% até o ano de 1992. Portanto, no ano de 1992, em que foi iniciada a nova licenciatura em Ciências na FUNREI, era de 223.000 o número de matriculados no 1º e 2º graus das escolas da região de influência da FUNREI.

A análise dos dados obtidos permitiu comprovar o que já se suspeitava ou seja, a carência de habilitados para lecionar as disciplinas da área científica no 2º grau estendia-se por todo o Distrito Geo-educacional 14. Constatou-se que não eram habilitados 42% dos professores que lecionavam Química, 34% dos que lecionavam Física, 19% dos que lecionavam Matemática e 18% dos que lecionavam Biologia.

Dentro do DGE -14, existem outras dez cidades além de São João Del Rei, com instituições de ensino superior onde se verificou a existência de cursos de Ciências, sendo que em duas delas, S. João Del Rei e Juiz de Fora, licenciatura curta; em oito outras, Ponte Nova, Carangola, Visconde do Rio Branco, Muriaé, Cataguazes, Além Paraíba e Barbacena, licenciatura em Ciências com habilitação em Matemática; em duas, em universidades federais, Viçosa e Juiz de Fora, licenciaturas e bacharelados em Física, Química, Biologia e Matemática.

Diante desse quadro, ficou nitidamente evidenciada não só a oportunidade como também a necessidade de se oferecer, na FUNREI, além da licenciatura curta em Ciências, as habilitações em Física e Química. Concluída a elaboração da carta-consulta e do projeto de conversão e criação das habilitações específicas, com base em parecer favorável do CFE, foi baixada a Portaria Ministerial nº 1.187 de 16 de outubro de 1991, convertendo a licenciatura curta em Ciências em licenciatura em

## Painéis

Ciências, com habilitações plenas em Física e Química e autorizando o funcionamento das citadas habilitações.

### A Licenciatura em Ciências com habilitação em Física

O novo curso foi proposto com a seguinte estrutura:

- a) Licenciatura em Ciências com habilitações em Física e Química, constituído de duas partes:
  - \* **parte comum** - licenciatura polivalente em Ciências, destinada à formação de professores da correspondente área de estudo para o 1º grau, com duração mínima de 1.900 horas, integralizáveis de dois a quatro anos, contendo disciplinas de conteúdo específico, pedagógicas e eletivas;
  - \* **parte diversificada** - em prosseguimento à parte comum, licenciatura plena com habilitação em Física ou Química, destinada a habilitar o professor para lecionar as citadas disciplinas no 2º grau, com duração de 1.000 horas, também contendo disciplinas de conteúdo específico, pedagógicas e eletivas, prevendo-se a duração total do curso em 2.900 horas a serem integralizadas de três a sete anos, com termo médio de quatro anos;
- b) funcionamento em tempo integral, com turnos diurnos e noturnos; foi mantido o turno noturno devido ao perfil da maioria dos alunos da FUNREI - aluno-trabalhador - que só dispõe do turno da noite para dedicação aos estudos;
- c) divisão em três ciclos de estudos, na forma prevista no Regimento Geral da FUNREI:
  - \* **primeiro ciclo** - onde se desenvolvem competências pré-profissionais visando dotar o aluno de instrumentos para o exercício da atividade profissional, compreendendo metodologias básicas de pesquisa, comunicação e expressão, de laboratório, de conhecimento da realidade social e da filosofia que orienta o desenvolvimento científico;
  - \* **segundo ciclo** - onde se desenvolvem as competências profissionais, visando dotar o aluno do preparo adequado para o exercício do magistério de Ciências no 1º grau bem como permitir-lhe prosseguir nos estudos com vistas à habilitação plena em Física, sem solução de continuidade;
  - \* **terceiro ciclo** - onde se desenvolvem competências profissionais visando dotar o aluno do preparo adequado para o exercício do magistério no 2º grau e, especificamente, das disciplinas de Física

Portanto, o 1º e 2º ciclos integram a parte comum da licenciatura em Ciências e o 3º ciclo corresponde à habilitação plena e o quadro da última página nos dá uma visão integral da estrutura do curso.

**COMENTÁRIOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Quando nos propusemos a fazer o relato, embora sucinto, que ora concluímos, nosso único objetivo era tornar pública a experiência vivida no processo de conversão da licenciatura curta em Ciências em licenciatura em Ciências, com habilitação em Física, e assim procedendo, sujeitá-la à crítica e obter subsídios que permitam, quem sabe, aperfeiçoá-la.

Durante todo o processo, iniciado no primeiro semestre letivo de 1988 com uma exaustiva e demorada pesquisa de dados educacionais, culturais, sociais e econômicos e que culminou com a autorização ministerial para funcionamento do curso em outubro de 1991, surgiram muitas dúvidas e questionamentos: qual a melhor forma de conversão? manter a licenciatura curta? implantar de vês a licenciatura plena extinguindo-se a curta? curso integral ou noturno? como assegurar aos alunos egressos da licenciatura anteriormente à conversão a possibilidade de obterem também a habilitação plena?

Na verdade o processo não está concluído - a primeira turma ingressou no curso no ano de 1992 e deverá concluí-lo em 1996 - e o modelo adotado está sob observação. Ao término da parte comum da primeira turma, correspondendo à licenciatura curta e ocorrida no segundo semestre de 1994, novas questões foram levantadas: qual o nível de aprofundamento do conteúdo das disciplinas profissionais do ciclo comum, considerando-se que o objetivo é formar o professor polivalente de Ciências para o 1º grau? basta uma abordagem de cunho mais qualitativo para propiciar uma visão abrangente das Ciências ministradas no 1º grau? se é preciso maior grau de aprofundamento das disciplinas, por que não fazê-lo diretamente em licenciaturas plenas de Física, Química, Biologia ou Matemática? Como se vê, há mais perguntas que respostas. As que já foram dadas não se revelaram inteiramente satisfatórias. Os questionamentos se repetem e a nossa esperança é receber contribuições que nos ajudem a respondê-los.

Para concluir esclarecemos que tôdas as informações e dados numéricos aqui transcritos foram retirados da carta-consulta e seus anexos, encaminhada ao Conselho Federal de Educação e de cuja elaboração participaram os professores Gervásio Bassini Sobrinho, Gilson Rodrigues Vale, José da Silveira Guedes e Marco Túlio Raposo, todos da Fundação de Ensino Superior de São João Del Rei- FUNREI.

**CURSO DE CIÊNCIAS - HABILITAÇÕES EM FÍSICA E QUÍMICA****PARTE COMUM - LICENCIATURA CURTA**

| DISCIPLINAS OBRIGATORIAS DO CURRÍCULO<br>MÍNIMO | CARGA<br>HORÁRIA |
|---|------------------|
| MATEMÁTICA                                      | 300              |
| FÍSICA  | 300              |

Painéis

|   |                      |
|---|----------------------|
| QUÍMICA   | 240                  |
| ELEMENTOS DE GEOLOGIA                               | 60                   |
| BIOLOGIA  | 60                   |
| DIDÁTICA  | 60                   |
| PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO                              | 120                  |
| ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DO ENSINO DE I E II GRAUS | 60                   |
| <b>SUBTOTAL</b>                                     | <b>1290</b>          |
| <b>DISCIPLINAS OBRIGATORIAS COMPLEMENTARES</b>      | <b>CARGA HORÁRIA</b> |
| METODOLOGIA CIENTÍFICA                              | 60                   |
| SOCIOLOGIA  | 60                   |
| PORTUGUÊS   | 60                   |
| FILOSOFIA   | 60                   |
| <b>SUBTOTAL</b>                                     | <b>240</b>           |
| <b>DISCIPLINAS ELETIVAS</b>                         | <b>CARGA HORÁRIA</b> |
| <b>SUBTOTAL</b>                                     | <b>370</b>           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>1.900</b>         |

CARGA NÃO COMPUTÁVEL:

ESTUDO DE PROBLEMAS BRASILEIROS  
EDUCAÇÃO FÍSICA

PARTE DIVERSIFICADA - HABILITAÇÃO EM FÍSICA

| DISCIPLINAS OBRIGATORIAS DO CURRÍCULO MÍNIMO | CARGA HORÁRIA |
|--|---------------|
| MATEMÁTICA                                   | 120           |
| QUÍMICA                                      | 90            |
| FÍSICA                                       | 240           |
| FÍSICA APLICADA                              | 240           |
| DIDÁTICA                                     | 60            |
| PRÁTICA DE ENSINO                            | 60            |
| <b>SUBTOTAL</b>                              | <b>810</b>    |
| <b>DISCIPLINAS ELETIVAS</b>                  |               |
| <b>SUBTOTAL</b>                              | <b>190</b>    |
| <b>TOTAL</b>                                 | <b>1.000</b>  |

---

6. **A Experiência de Espalhamento Rutherford na Disciplina Laboratório de Física Moderna.** Tavares, M.H.F.; Oliveira, S.D.

---

### **Introdução e Objetivos**

A introdução da experiência de espalhamento Rutherford na disciplina Laboratório de Física Moderna, ofertada aos alunos do Curso de Física da UEM ao longo da 3ª série, revelou-se uma iniciativa bastante eficiente pelo fato de envolver uma gama ampla de conceitos e a manipulação de variados equipamentos e materiais.

Experiência de valor histórico incontestável, vital ao desenvolvimento da Física Moderna, o trabalho pioneiro de Rutherford fez com que a técnica de espalhamento de partículas se tornasse uma ferramenta amplamente empregada na investigação das forças entre partículas. A análise dos resultados das experiências realizadas por Rutherford e seus estudantes Geiger e Marsden levou ao descarte do modelo atômico de Thomson. Na época, Rutherford já mostrara que as partículas alfa eram átomos de He duplamente ionizados, prevendo que essa partícula pesada seria uma excelente ferramenta para a investigação de outros átomos.

Deve-se salientar a importância do trabalho de Geiger e Marsden, os quais fizeram medidas preliminares do espalhamento de partículas alfa por folhas metálicas finas. Descobriram que o nº de partículas espalhadas estava fortemente concentrado na região dianteira mas que um nº considerável de eventos ocorria em ângulos maiores. A surpresa de Rutherford foi tão grande que chegou a escrever em um de seus artigos: "foi certamente o evento mais inacreditável que ocorreu em minha vida".

Objetivou-se com o estudo desta experiência histórica a montagem de uma prática que conciliasse teoria e laboratório dentro de uma carga horária de aproximadamente 20 horas-aula. Procurou-se unir os conhecimentos adquiridos em aulas de Tecnologia do Vácuo e a técnica de elaboração de alvos metálicos à utilização intensa de sistemas de vácuo, salientando-se o papel do vácuo no funcionamento do detector.

### **Materiais e Métodos**

Contamos com os seguintes materiais e equipamentos:

- a) uma fonte de  $^{241}\text{Am}$  de baixa intensidade, devidamente calibrada: empregada para as medidas de energia dos picos nos espectros;
- b) uma fonte de  $^{241}\text{Am}$  de alta atividade, a qual forneceu o feixe de partículas alfa a serem espalhadas;
- c) um detector de barreira de superfície para detecção de alfas, com área de detecção igual a  $50\text{ mm}^2$ ;
- d) um conjunto de eletrônica padrão para espectroscopia alfa composto de: pré-amplificador CANBERRA modelo 2004, amplificador ORTEC modelo 440A, fonte de alimentação para o detector CANBERRA modelo

3102, placa multicanal com 1024 canais da marca NUCLEUS, pulsador CANBERRA modelo 807;

- e) um sistema de vácuo da Edwards (conjunto de bombas mecânica e difusora com os respectivos medidores);
- f) uma câmara de espalhamento da marca CANBERRA, adaptada por nós para medidas de distribuições angulares;
- g) folhas finas de ouro, alumínio e cobre, confeccionadas no próprio Departamento de Física da UEM, as quais servem como alvos.

O aparato usado é, em essência, similar ao de Rutherford exceto na técnica de detecção e registro dos dados.

O conjunto fonte-alvo pode ser movido para diferentes ângulos o quê permite obter a distribuição angular das partículas alfa espalhadas.

Os procedimentos que seguimos para a montagem da câmara foram:

- a) a colocação da fonte radioativa e do alvo em um suporte cilíndrico o qual dispõe de compartimentos para a disposição tanto da folha metálica como da fonte;
- b) o alinhamento do suporte em relação ao detector fixo na parede da câmara realizado com um sistema óptico.

A metodologia de trabalho empregada envolveu a divisão de tarefas: os alunos com maior facilidade para a teoria se encarregaram da apresentação da dedução completa da fórmula da seção de choque enquanto que o restante da turma auxiliou na montagem experimental e na confecção dos alvos. O manuseio das fontes radioativas foi realizado dentro das normas de segurança, enfatizando-se a forma de interação das partículas alfa com a matéria.

A base de funcionamento do detector mereceu um tratamento diferenciado: em nosso caso, como os alunos da 3ª série também cursam a disciplina de Eletrônica, o trabalho foi facilitado já que o assunto de semicondutores já é bem conhecido. Os cuidados que devem ser tomados com os detectores do tipo aqui empregado são entendidos a partir das explicações sobre o mecanismo de detecção.

A comparação dos dados obtidos foi realizada com a propagação de erros devidamente analisada. O trabalho neste ponto envolveu confecção e interpretação de gráficos e pode revelar falhas na formação básica do aluno.

## Resultados Obtidos

A partir do feixe de partículas alfa originário de nossa fonte de atividade  $3.0 \times 10^{-5}$  Ci/cm<sup>2</sup> pudemos obter dados de espalhamento até 300 aproximadamente, com uma forte dependência do Z do núcleo espalhador. Os dados preliminares obtidos com alvos de alumínio, metal prejudicado pelo baixo n<sup>o</sup> atômico, não mostraram claramente a interação eletromagnética que caracteriza o espalhamento em questão. O trabalho com alvos de alumínio visou aperfeiçoar a forma de se realizar vácuo no

interior da câmara de espalhamento sem que as finas folhas metálicas fossem danificadas.

O emprego de alvos de ouro e de cobre nos levou a obter dados com desvios de 8 a 10%, os quais podem ser considerados pequenos. A detecção das partículas espalhadas foi prejudicada pela pequena área do detetor disponível e a calibração dos espectros ficou dificultada pelo fato de não contarmos com outras fontes.

O longo tempo necessário para se adquirir um espectro de calibração confiável, no qual os picos das energias 5484 KeV (86%) e 5443 KeV (13%) estivessem bem claros, dificultou o trabalho experimental e justificaria o emprego de diferentes fontes.

## Conclusões

Tanto o conjunto dos resultados obtidos como nossas observações a respeito do trabalho dos alunos nos levam a concluir que:

a) com uma estrutura de laboratório adequada, a experiência de Rutherford pode ser realizada com pequenos grupos de alunos e dentro de aproximadamente 20 horas-aula;

- a) os conteúdos envolvidos podem ser harmoniosamente tratados dentro de diferentes disciplinas tais como Tecnologia do Vácuo, Eletrônica Básica e Estrutura da Matéria (teoria);
- b) é possível se obter resultados com desvios de 8% a 10%, os quais podem ser considerados pequenos considerando-se as aproximações geométricas realizadas e a simplicidade do sistema de detecção.

## Bibliografia Básica

A.C. Melissinos, Experiments in Modern Physics. New York: Academic Press, 1996.

## Agradecimentos

Nossos agradecimentos ao professor Walter Moreira Lima (DFI-UEM) pela orientação na elaboração dos alvos metálicos.

---

7. **Análise de Desempenho na Disciplina de Física dos Alunos do Curso Pró-Técnico do CEFET-PR, UNED-Cornélio Procópio, em 1994.** Teixeira, R.R.P.; Souza, A.D.B.de

---

O Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná possui desde 1993 uma unidade descentralizada na cidade de Cornélio Procópio. Nesta escola são oferecidos cursos técnicos em Mecânica e em Eletrotécnica (240 vagas anuais para cada um dos dois cursos). Para o ingresso dos alunos nestes cursos técnicos existe um

exame de seleção no qual são exigidos dos alunos conhecimentos básicos nas seguintes disciplinas: Língua Portuguesa, Matemática, Desenho e Ciências (Biologia, Química e Física). O número de vagas oferecidas anualmente é 480, igualmente distribuídas nos três períodos: matutino, vespertino e noturno. A cidade de Cornélio Procópio está situada no norte do Paraná a cerca de 60 km de Londrina e tem uma população de cerca de 60 mil habitantes. O CEFET oferece no segundo semestre de todo ano um curso preparatório para o exame de seleção denominado Curso Pró-Técnico. Existem apostilas contemplando as disciplinas exigidas no exame, as quais são confeccionadas por professores do CEFET de Curitiba e que são adquiridas pelos alunos. Em 1993 foi oferecido pela primeira vez o curso pró-técnico no CEFET de Cornélio Procópio: se constituíram 7 turmas sendo 2 no período da manhã, 4 no período da tarde e 1 no período da noite, com um total de 297 alunos matriculados. No segundo semestre de 1994 se constituíram 10 turmas do curso pró-técnico: 1 no período da manhã, 5 no período da tarde e 4 no período da noite, com um total de 403 alunos matriculados; percebe-se um aumento sensível dos alunos do noturno. A clientela básica destes cursos são alunos da própria cidade de Cornélio Procópio (tanto da zona urbana, quanto da zona rural), bem como alunos das cidades vizinhas (Santa Mariana, Bandeirantes, etc). Os alunos das turmas da manhã e da tarde são basicamente alunos com 14 ou 15 anos e que estão concomitantemente cursando a oitava série do primeiro grau em outra escola. Já os alunos das turmas da noite, em grande parte, são alunos mais velhos que já terminaram o primeiro grau e que trabalham durante o dia. De forma geral a maioria dos alunos são provenientes das escolas públicas da rede estadual de ensino. O programa de Física para o exame de seleção inclui as seguintes áreas de conhecimento: a) Cinemática; b) Estática; c) Dinâmica; d) Hidrostática; e) Termologia; f) Ondulatória; g) Ótica; h) Acústica; i) Eletricidade. Existe uma grande ênfase do conteúdo proposto na parte de Física da apostila de Ciências do curso pró-técnico na interpretação qualitativa dos fenômenos naturais estudados e dos conceitos envolvidos na explicação científica destes fenômenos, o que se justifica no contexto do nível e da faixa etária dos alunos do curso (final do primeiro grau). Entretanto em todas as áreas relacionadas sempre existem explicações quantitativas, nas quais os conceitos envolvidos estão relacionados através das fórmulas básicas da física clássica.

Na unidade de Cornélio Procópio do CEFET-PR, em 1994, trabalharam 7 professores de Física, sendo que os dois autores deste trabalho foram contratados mediante concurso público em agosto e preencheram as suas cargas horárias com as dez turmas do Pró-Técnico. A escola tem um Laboratório de Física bem equipado que é utilizado apenas pelas turmas dos cursos técnicos regulares. Entretanto certos equipamentos que apresentam facilidade de transporte, como por exemplo espelhos de diferente tipos, foram utilizados na sala de aula para demonstração de fenômenos e conceitos da Física, de forma a tornar a sua aprendizagem mais concreta para o aluno.

O curso Pró-Técnico foi desenvolvido de 9 de agosto a 16 de dezembro de 1994; durante este período foi dado, em média, 36 aulas para cada classe, sendo duas por semana. O programa abordado procurou abranger todo o programa de Física do segundo grau, mas em nível de primeiro grau, sem a utilização de uma matemática mais sofisticada e sem um aprofundamento grande dos conceitos abordados. As aulas ministradas foram dadas na forma expositiva, tendo ao final de cada tópico uma lista de exercícios, que parcialmente eram resolvidos em classe com a ajuda do professor e parcialmente eram resolvidos em casa.

O exame de ingresso realizou-se em 17 e 18 de dezembro e para as 480 vagas se inscreveram um total de 621 candidatos; a concorrência foi em média de 1,3 candidato para cada vaga, mas as vagas do período noturno foram as que apresentaram maior concorrência, indicando uma demanda grande por parte de alunos que trabalham e que querem continuar a estudar, cursando uma escola técnica de boa qualidade.

O número de 403 alunos matriculados inicialmente aumentou para 466 com o ingresso nas primeiras semanas de aula de novos alunos que estavam interessados em cursar o Pró-Técnico. Foram realizadas durante o semestre três avaliações obrigatórias e a cada aluno que realizou pelo menos uma prova foi dada uma média final entre zero e dez, isto para excluir alunos que tivessem se matriculado e entretanto desistido nas primeiras semanas de aula. A tabela 1 mostra a nota média dos alunos de cada uma das dez turmas do Pró-Técnico. As médias das turmas da manhã, tarde e noite foi de respectivamente 2,3 , 2,3 e 1,8 , indicando uma maior dificuldade por parte dos alunos do período noturno que majoritariamente trabalham de dia e têm pouco tempo para estudar em casa (em muitos casos só nos sábados e domingos); em vários casos, os alunos estão sem estudar numa escola regular a anos. A média das notas das dez turmas foi de 2,1.

Os principais motivos para uma média tão baixa foram três:

- i) Os alunos não têm base de matemática para resolver os exercícios de Física.
- ii) O aluno não participa ativamente das aulas.
- iii) Os alunos têm faltas em excesso.

O número excessivo de faltas - item iii) - está associado ao grande número de aluno desistentes, cuja evolução ao longo dos meses do semestre está registrada na tabela 2. Considera-se como aluno desistente naquele mês ao aluno que não assistiu nenhuma aula de Física naquele mês. É importante lembrar que para a maior parte das turmas, dezembro teve apenas duas semanas de aulas. O grande número de desistentes pode ser explicado em parte pela baixa concorrência no exame de ingresso para os cursos técnicos (1,3 candidato por vaga), neste final de segundo ano de existência da escola, concorrência esta que, entretanto, aumentou em relação ao ano anterior.

## Painéis

Tabela 1 - Média das notas dos alunos de cada turma  
(M=Manhã, T=Tarde e N=Noite)

| Turma | Média |
|-------|-------|
| M1    | 2,3   |
| T1    | 2,9   |
| T2    | 2,7   |
| T3    | 2,0   |
| T4    | 1,5   |
| T5    | 2,3   |
| N1    | 2,0   |
| N2    | 1,9   |
| N3    | 1,4   |
| N4    | 1,8   |

Tabela 2 - Número total de alunos desistentes até cada mês de um total de 466 alunos que se matricularam.

| Mês      | Alunos Desistentes |
|----------|--------------------|
| Agosto   | 41                 |
| Setembro | 112                |
| Outubro  | 160                |
| Novembro | 207                |
| Dezembro | 306                |

O fato dos alunos não participarem da aula - item ii) - tentou ser contornado com a realização em classe de aplicações interessantes dos assuntos abordados. A cultura da passividade por parte do aluno é construída ao longo de anos de cursos regulares de primeiro grau e portanto torna-se difícil de ser transformada. No caso presente o problema apresenta mais uma característica que intensifica o problema: estes são alunos que pretendem estudar num curso técnico, que pelas suas próprias características exige um mínimo de participação por parte do estudante.

A falta de uma base matemática mais sólida - item i) - mostrou-se um obstáculo decisivo para a grande maioria dos alunos do Pró-Técnico. As deficiências que os alunos trazem no que diz respeito ao instrumental matemático mínimo para a resolução de problemas de Física podem ser consideradas preocupantes. As dificuldades existem de forma generalizada na matemática mais básica possível: operações matemáticas envolvendo números com vírgulas, regra de três para a transformação de unidades, geometria básica de figuras planas, etc. Este funil, ou seja, a debilidade na formação dos alunos que terminam o primeiro grau nas escolas públicas, sobretudo na disciplina de Matemática, é um dos grandes obstáculos para a aprendizagem das ciências físicas. Uma tentativa de superação destes problemas foi realizada utilizando-se revisões rápidas dos tópicos de matemática com os quais os

alunos se relacionavam com maior dificuldade e utilizando-se também de listas de exercícios para os alunos realizarem em casa ou com o acompanhamento do professor fora da sala de aula. No que diz respeito a este último caso, é importante lembrar que os professores tem um determinado número de horas por semana atender os alunos em local e horário pré-determinados para justamente auxiliá-los nas dificuldades detectadas; o comparecimento dos alunos nestes denominados "horários de permanência", se mostrou, entretanto, bastante pequeno tendo em vista a gravidade e extensão do problema.

Um aumento da procura nos exames de ingresso para os cursos técnicos poderá acarretar um elevação na seriedade com que os alunos encaram o curso Pró-Técnico; entretanto atualmente estes cursos tem cumprido também o papel mais básico de tentar resolver estes problemas de deficiências básicas antes do aluno chegar ao primeiro ano dos cursos técnicos regulares.

---

#### **8. O Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Física da UNESP-Bauru.** Grandini, C.R.; Ruiz, L.S.R.; Silva, A.V.P. da

---

O curso de Física de Baurú, desde o início de seu funcionamento em 1969, destinou-se a formação de professores de Física através da Licenciatura Plena e Específica, fundamentada no Parecer nº 262/62 e na Resolução S/N de 17/11/62 emanados do Conselho Federal de Educação. Em 1975, o curso de Licenciatura Plena em Física foi modificado para Habilitação em Física, em vista da Resolução 30/74 do CFE, contrariando a posição dos docentes do Departamento de Física, que preferiam manter o curso de Licenciatura Plena. O desenvolvimento da Instituição, sua transformação em Universidade e posteriormente a encampação pela UNESP trouxeram novas perspectivas para o curso de Física, pois a autonomia deles advinda permitiu reiniciar o processo de adequação do curso para a Licenciatura Plena em Física. A transformação para o curso de Licenciatura em Física foi aprovada e a estrutura curricular do curso foi fixada através da Resolução UNESP 44, de 14/06/91. O primeiro vestibular, realizado em 1991, acusou uma procura de 68 candidatos para as vinte vagas oferecidas no período noturno, perfazendo um total de 3.4 candidatos por vaga. No segundo vestibular, realizado no ano de 1992, acusou um aumento de 23.5% na procura pelo curso, perfazendo um total de 4.2 candidatos por vaga. No terceiro vestibular, houve um pequeno aumento na procura pelo curso, 2.4%, num total de 4.3 candidatos por vaga. No vestibular de 1994, houve um considerável aumento na procura pelo curso, 49.4%, perfazendo um total de 6.5 candidatos por vaga. Com relação aos docentes que ministram aula no curso de Licenciatura em Física, o quadro é variável, sendo alterado a cada semestre, pois os departamentos envolvidos utilizam o sistema de rodízio entre os docentes. No ano de 1994, 25 docentes estiveram envolvidos com o curso, dos quais 11 são doutores, 12 são mestres cursando doutorado e 2 são graduados cursando mestrado. Todos os docentes estão em regime de tempo integral. O currículo pleno do Curso de

Licenciatura em Física da Faculdade de Ciências do Campus de Bauru é integrado por Matérias e Disciplinas Obrigatórias de Formação Básica, de Formação Complementar, de Formação Pedagógica e Disciplinas Optativas. Para integralizar o curso, o aluno deverá cumprir 170 créditos, perfazendo um total de 2.550 horas/aula, num mínimo de quatro e num máximo de sete anos. O curso pretende formar o professor de Física cujo conhecimento específico e pedagógico lhe permite transmitir aos estudantes do 2º grau os conceitos e fundamentos da Física de forma metodologicamente adequada ao nível de desenvolvimento cognitivo, e experiências já vivenciadas e realidade que os circunda. O currículo proposto formará um professor de Física que integra os conhecimentos específicos e pedagógicos de tal forma que permita desenvolver o caráter de investigação da Ciência que ensina, o seu aspecto universal e transitório, suas relações com o mundo, bem como estabelecer as integrações com as outras disciplinas do 2º grau. O curso de Licenciatura em Física tem como objetivo fundamental formar o professor de Física para o ensino de primeiro e segundo graus, permitindo também que esse profissional possa dedicar-se, se assim o desejar e com a complementação adequada, pesquisa em Física e em Educação, particularmente nas áreas de Ensino de Ciências. Organizar um curso de Licenciatura, pensando neste curso não somente como atividades curriculares normais, mais sim composto por um currículo, atividades extracurriculares e educação continuada exige um cuidado maior nas atividades a serem desenvolvidas com os alunos que estão cursando e com aqueles que já concluíram o curso. O curso de Licenciatura em Física entende que o processo de formação do professor de Física não se encerra com os quatro anos do curso de graduação e desta forma entendemos que a Universidade deverá propiciar atividades que permita ao seu ex-aluno atualizar-se e continuar seus estudos, caso deseje partir para um curso de pós-graduação.

---

**9. Avaliação Qualitativa do Curso de Licenciatura em Física.** Ruiz, L.S.R.; Grandini, C.R.

---

Com a implantação dos Conselhos de Curso a partir de 1989, foi possível o desenvolvimento de atividades que permita o acompanhamento e aprimoramento dos cursos de graduação na UNESP. O Curso de Licenciatura em Física da Faculdade de Ciências, foi implantado no Campus de Bauru em 1990 e desde então, o Conselho do Curso vem procurando desenvolver atividades no sentido de acompanhar o seu funcionamento para aplicar os resultados no aprimoramento do curso. No primeiro dia de aula, dos diversos termos, do ano de 1994, o Conselho de Curso de Licenciatura em Física programou uma atividade para avaliar o seu curso, referente ao segundo período de 1993. Foi distribuído, aos alunos e professores do curso, uma Orientação de atividades baseada no Projeto Pedagógico do curso, visando conhecer os pontos fortes e fracos do curso e com isso a melhoria do Curso de Licenciatura em Física. As atividades, tanto de alunos como de docentes foram divididas em duas partes: a primeira, constituiu uma atividade individual, onde os alunos

esquemmatizaram os pontos fortes e fracos do curso em termos de: conteúdos trabalhados pelas disciplinas do curso; enfoque pedagógico dado pelas disciplinas do curso; articulação dos conteúdos das diferentes disciplinas do currículo; atuação dos docentes das diferentes disciplinas; atividades extracurriculares oferecidas aos alunos; eventos científicos e pedagógicos organizados; atuação do Conselho do Curso e Conselho de Classe; a própria atuação do aluno e sugestões para o aperfeiçoamento do curso. Os docentes esquematizaram os pontos fortes e fracos das disciplinas por eles ministradas, em termos dos mesmos enfoques trabalhados pelos alunos. Na segunda atividade, alunos e docentes foram divididos em equipes e foi realizada uma dinâmica de grupo, que versou sobre o Curso de Licenciatura em Física nos dias atuais. As respostas dadas por docentes e alunos na primeira parte, foram listadas, sem a preocupação de quantificá-las. Os principais pontos fracos apontados por alunos e professores foram discutidos no Conselho do Curso, gerando atitudes de transformação desses pontos: mudança no conteúdo de algumas disciplinas; programação de atividades extracurriculares de acordo com a disponibilidade dos alunos; empenho na melhoria do enfoque pedagógico em algumas disciplinas e mudança na ordem curricular com que são apresentadas algumas disciplinas.

---

**10. Una manera de colaborar en la reforma educativa: cambiar el significado de la experiencia.** Chrobak, R.

---

Nuestro país cuenta con una nueva ley Federal de Educación, esta situación implica la producción de considerables cambios curriculares, tanto en contenidos como metodologías a implementar.

Evidentemente, se generan multitudes de discusiones, debates y controversias, tanto de índole político como pedagógico, entre las autoridades educativas, docentes, alumnos y todo tipo de representaciones gremiales y sociales. Como resultado de las mismas, se obtendrá una reforma educativa, que será ampliamente abarcativa, y generará cambios de toda índole.

Este trabajo, intenta producir un aporte a dicha reforma, desde el punto de vista metodológico, y centrada en alumno, fin primordial de todo evento educativo. La idea consiste en evitar que el alumno se vea obligado a memorizar enormes cantidades de fórmulas y eventos, y pueda lograr un verdadero aprendizaje significativo en el salón de clase.

Ya estamos en condiciones de combinar las propuestas curriculares con el uso de nuevas herramientas que ayudan a que los estudiantes vean sus materias de estudio en una forma conceptualmente transparente, aquí se presenta una alternativa viable, que no necesita de sofisticados y costosos avances tecnológicos, solamente se solicita algo totalmente gratuito: Cambiar ideas ya perimidas.

---

**1. Dinâmica do Movimento Circular.** Rocha, M.F.

---

Este trabalho surgiu do interesse de verificar e aprofundar o estudo das concepções prévias, dificuldades e questionamentos dos nossos alunos do segundo grau no que se refere à Dinâmica do Movimento Circular verificando uma possível similaridade com os resultados obtidos de pesquisa anterior realizada por Queiroz e Krapas-Teixeira (1992) sobre este mesmo assunto junto a calouros do curso de Física da UFF.

A pesquisa foi realizada em duas etapas, onde em ambas foram aplicados questionários, por escrito, sem consulta a colegas nem pesquisar o livro ou outros materiais.

Aplicamos junto a alunos da segunda série do segundo grau que já haviam estudado mecânica no ano anterior ou estavam estudando no decorrer do ano em que foi aplicado o questionário.

Ao proceder a análise das respostas obtivemos resultados semelhantes aos obtidos pelas autoras, mencionadas acima, junto aos alunos de terceiro grau, onde estes alunos de uma forma geral consideram a Lua como uma situação de equilíbrio que se apresentou de duas maneiras. Uma das maneiras apresentadas foi por anulação de forças na direção radial, a outra maneira foi por ausência de forças devido a distância que separa a Lua da Terra.

Concluo a partir desta pesquisa que devemos reavaliar nossa estratégia de ensino, pois não basta conhecer o conteúdo que iremos lecionar, devemos observar o que levou os cientistas da época a sugerir, a descobrir, a pensar tal coisa, ou o que dificultou o seu estudo; a partir desta análise estaremos mais próximos do pensar de nossos alunos e, sem dúvidas, teremos maior segurança no que estaremos transmitindo, melhorando em muito nossa postura como educadores.

---

**2. O Efeito-Protótipo no Estudo do Conceito de Vida.** Germano, A. S.; Oliveira, M.; Silva, L.M.M.; Dal Pian, M.C.

---

Pesquisas recentes sugerem que as crianças em idade escolar apresentam dificuldades com a definição de conceitos, quando enunciados em termos de propriedades necessárias e suficientes que seus exemplares deveriam apresentar. Tais dificuldades se refletem na aprendizagem de ciências, principalmente no que se refere ao uso de taxonomias e classificações que recorrem ao conceito de ser vivo. Uma explicação para tais dificuldades pode ser encontrada na teoria dos protótipos elaborada por Eleanor Rosch, que sugere que a maioria dos conceitos de nível básico estrutura-se internamente em termos de conjuntos de propriedades típicas, o que levaria não apenas crianças, mas também adultos, a julgarem certos membros de uma

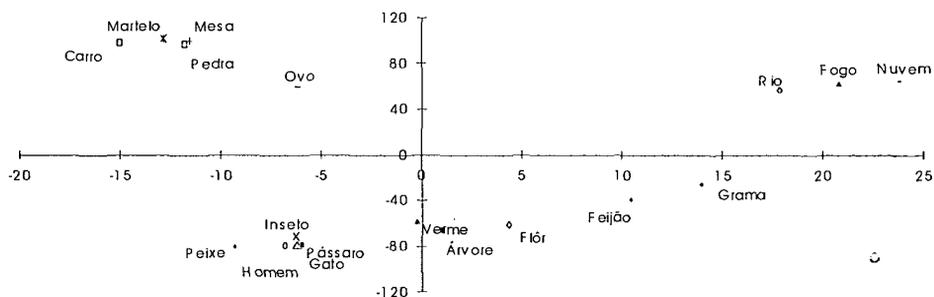
categoria como sendo mais representativos do que outros. Neste trabalho, apresentamos os resultados de um estudo exploratório sobre o conceito de vida em que o efeito protótipo foi analisado para três classes de objetos (vivos, “objetos” e substâncias). (CNPQ)

Há pelo menos duas formas básicas de classificação a que recorremos em nossas atividades cognitivas (Rosch, 1982): a classificação lógica e a “prototípica” (que toma como base um ponto de referência). Relevando a possibilidade destes dois tipos de “razão” estarem presentes simultaneamente ao pensarmos um conceito, aplicamos métodos coerentes com as duas perspectivas para um estudo da compreensão do conceito de vida por crianças na idade escolar.

Numa etapa anterior trabalhamos a compreensão de “vida” segundo as propriedades biológicas de alimentação, respiração, crescimento e reprodução. Para isso foi aplicado um questionário no qual as crianças respondiam se identificavam ou não cada uma destas atividades em 18 categorias de nível básico.

Para a análise destes dados nos utilizamos em princípio de uma abordagem geométrica (através do método de análise das componentes principais) e construímos o seguinte gráfico de similaridade para as categorias estudadas:

**Gráfico das Componentes Principais**



Uma interpretação deste gráfico, dentro da concepção de classificação lógica, é de que o mesmo ilustra alguns erros por parte das crianças, resultado talvez de uma dificuldade natural delas para construir categorias conceituais. Neste caso, uma dificuldade de identificar corretamente as atividades biológicas examinadas. Não se pode negar esta dificuldade, mas há outras formas de olhar os dados que podem permitir extrair mais informações sobre como as crianças estão pensando, e a partir daí contribuir mais no sentido de alcançarmos os objetivos do ensino.

Uma outra interpretação possível para o gráfico obtido, e que adotamos, é que de acordo com os atributos biológicos examinados as categorias estão sendo pensadas pelas crianças em três grandes grupos, os quais identificamos como sendo:

| OBJETOS        | ORGANISMOS        | CENÁRIOS       |
|----------------|-------------------|----------------|
| martelo (P=10) | peixe (P=11.75)   | fogo (P=7.67)  |
| carro (P=9.75) | gato (P=11.63)    | nuvem (P=7.33) |
| mesa (P=9.5)   | inseto (P=11.50)  | rio (P=7.00)   |
| pedra (P=8.25) | flor (P=10.75)    |                |
|                | homem (P=10.63)   |                |
|                | pássaro (P=10.63) |                |
|                | árvore (P=10.38)  |                |
|                | verme (P=9.50)    |                |

As categorias ovo, feijão e grama não estão alocadas a nenhum grupo precisamente, o que ganha mais significado dentro da concepção de semelhança de famílias: podemos interpretar que “ovo” está na fronteira objeto-cenário, e “grama” e “feijão” na fronteira organismo-cenário.

Uma idéia que frequentemente acompanha a concepção de semelhança de famílias é a idéia de protótipo, ou seja, um membro (ou membros, ou mesmo características básicas) da categoria que estando no seu núcleo seria mais facilmente identificável como pertencente a ela. Além disso, em muitas atividades é ao protótipo que nos reportamos quando utilizamos um conceito, e não à definição lógica deste, não descartada a possibilidade de certas categorias serem construídas a partir da similaridade que outros itens apresentem em relação a um protótipo.

Considerando este ponto de vista, decidimos trabalhar a hipótese de uma estrutura tipo protótipo para os três grandes grupos/categorias que o gráfico acima sugere.

Para isso nós usamos os dados de um outro questionário no qual as crianças respondiam se cada uma das 18 categorias referidas eram seres vivos e por quê. Inicialmente consideramos as respostas de 30 crianças, com as quais construímos listas de propriedades/atributos para cada categoria. As listas de atributos foram então trabalhadas nas seguintes perspectivas: análise do discurso em si, e da estrutura dos grupos segundo a frequência dos atributos, para verificar possíveis indicações de protótipos; e atribuição de uma medida do nível de protótipo aos itens de cada grupo, seguindo o método de Rosch e Mervis (1975). Em seguida descrevemos nossos procedimentos e os resultados obtidos.

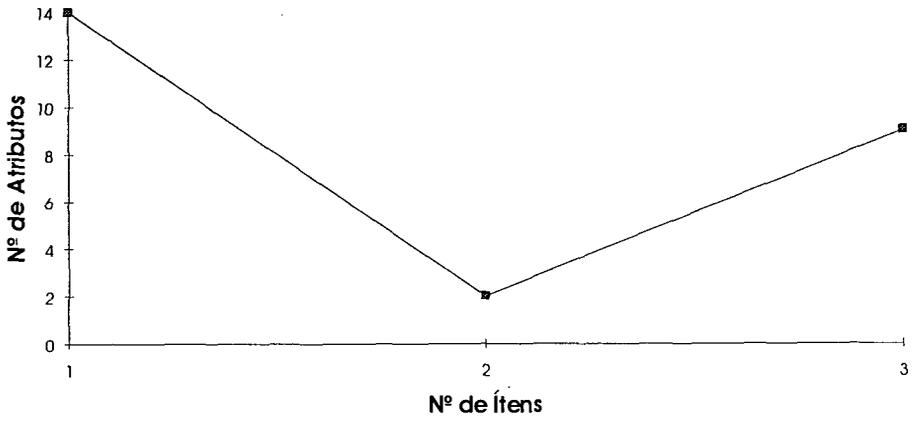
- Análise do discurso em si: nesta etapa investigamos possíveis indicações de protótipos, de acordo com a natureza das respostas. A tabela abaixo mostra os atributos citados em ordem decrescente da sua frequência no grupo:

| OBJETOS         | ORGANISMOS         |                 | CENÁRIOS     |
|-----------------|--------------------|-----------------|--------------|
|                 | Animais            | Vegetais        |              |
| não respira     | respira            | respira         | não respira  |
| não se move     | reproduz           | reproduz        | não reproduz |
| não reproduz    | se alimenta        | nasce           |              |
| não morre       | se move            | crece           |              |
| é objeto        | nasce              | morre           |              |
| feito pelo hom. | crece              | precisa de ...  |              |
| não se alimenta | morre              | é vegetal       |              |
| não é vivo      | ativ. característ. | se alimenta     |              |
| mat. inanimada  | é animal           | é útil/alimenta |              |
| não nasce       | é vivo             |                 |              |
| não cresce      |                    |                 |              |
| não fala        |                    |                 |              |

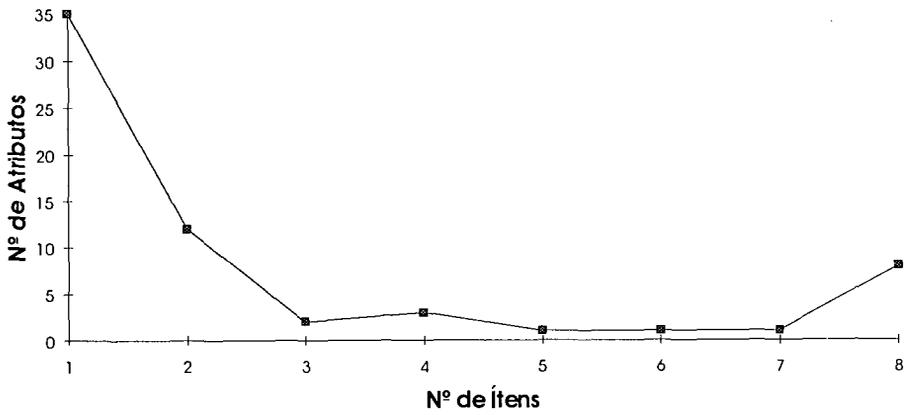
Como se vê, as crianças fazem bastante referência ao que é ensinado na escola, ou seja, às características biológicas, à idéia de ciclo, se é feito pelo homem, se é vegetal ou animal. Em parte este fato não nos deixa muito à vontade com as respostas pois na presente situação é difícil inferir até que ponto são significativas para as crianças ou se estão sendo apenas repetidas. De qualquer modo é um fato que o conteúdo trabalhado pela escola está sendo buscado como ponto de referência. Sobre isso, no que se refere às características biológicas é necessário chamar a atenção para o fato de que a presença delas não implica numa classificação do tipo lógica por parte das crianças. Tais características podem estar sendo trabalhadas na forma prototípica, pois na medida em que raramente foram citadas em conjunto não estão sendo pensadas uma a uma como atributo necessário para caracterizar um ser vivo. Além disso, para alguns objetos encontramos respostas do tipo “não fala”, o que pode ser indicação de que o homem também está sendo pensado como protótipo.

- as estruturas dos grupos segundo a frequência dos atributos estão ilustradas nos gráficos abaixo:

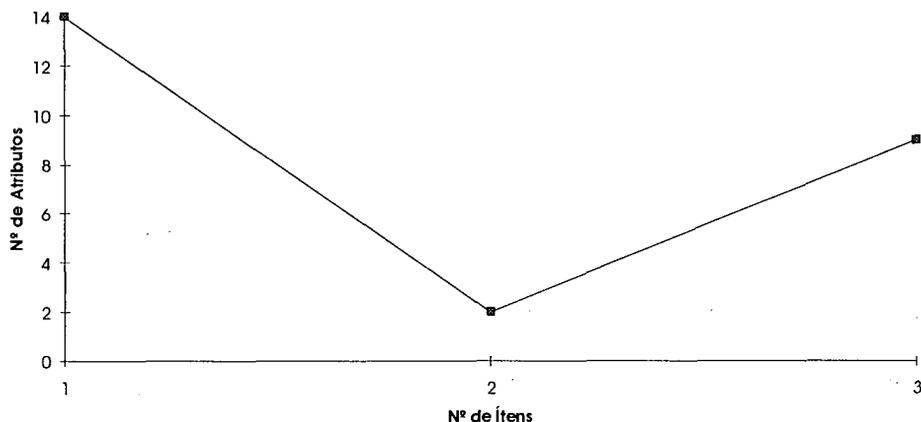
Frequência de Atributos por Número de Ítens Objetos



Frequência de Atributos por Número de Ítens -Organis mo



## Frequência de Atributos por Número de Itens-Cenário



Os atributos citados para apenas um objeto normalmente não são significativos. Por outro lado, há uma considerável proporção de atributos compartilhados pela totalidade dos grupos, o que pode novamente sugerir uma estrutura do tipo lógica. Quanto a isso, reforçamos o comentário anterior: raramente os atributos são citados em conjunto. Também aqui os resultados apontam para a necessidade de testarmos a espontaneidade das respostas.

- medida do “grau de protótipo” (o modelo de Rosch e Mervis). Avaliamos o “grau de protótipo”  $P(a,G)$  de um item  $a$  em relação a um grupo  $G$  seguindo o método adotado por Rosch e Mervis (1975):  $P(a,G)$  é obtido somando-se as frequências com que cada atributo do item apareceu no grupo, e dividimos pelo número de itens do grupo. Os valores encontrados constam na tabela 1. A medida para “ovo” foi calculada tomando-o como objeto e “grama” e “feijão” foram considerados organismos.

Para o grupo dos organismos (principalmente) e dos objetos observamos uma variação contínua nas medidas, o que confirma uma estrutura prototípica nestes casos. Quanto ao grupo cenário, o mesmo não pode ser afirmado, mas pretendemos reavaliar esse resultado considerando um número maior de itens no grupo.

## Conclusão

Podemos dizer que de maneira não consciente a classificação por protótipo também é levada em conta nos livros didáticos, de maneira mais presente a nível de primeiro grau (através dos conhecidos “exemplos”). No ensino do conceito de seres vivos são trabalhados três grupos básicos: o homem (que de certa forma acaba sendo usado como um protótipo genérico da categoria ser vivo), os animais e os vegetais (onde usualmente o ensino detalha as propriedades de árvores frutíferas). Estes três

grupos juntos são equivalentes ao que denominamos de grupo de organismos. Como seres não vivos, a escola trabalha as categorias que identificamos como os objetos, através das idéias prototípicas de coisas fabricadas pelo homem, feitas pelo homem. Não há, no entanto, um tratamento específico das categorias que identificamos como o grupo cenário. Nossos resultados apontam para a necessidade de um estudo mais detalhado das particularidades deste grupo.

## Bibliografia

- Rosch, E., e Mervis, C. B.; *Family Resemblances: Studies in the Internal Structure of Categories. Cognitive Psychology*, 1975, 7, 573-605.
- Rosch, E. et al.; *Basic Objects in Natural Categories. Cognitive Psychology*, 1976, 8, 382-439.
- Tversky, A.; *Features of Similarity. Psychological Review*, 1977, 84, 327-352.

---

### 3. A Noção de Primitividade no Realismo Experiencial: Implicações para o Estudo do Conceito de Área. Gomes, A.L.A.A.; Lucena Neto, M. de; Dal Pian, M.C.

---

Estudos correntes sobre o conceito de área fundamentam-se, em geral, na Teoria Piagetiana ou na Teoria de Integração de Informação.

O estudo do desenvolvimento do conceito de área nas crianças tem sido, tradicionalmente, um estudo sobre conservação. O paradigma experimental clássico para investigar o desenvolvimento de conceitos de grandeza invariante (conservação) nas crianças tem suas bases na idéia Piagetiana de que a dificuldade em atingir conservação envolve o conflito entre percepção e raciocínio lógico. Tal conflito é criado numa situação onde um objeto, considerado igual em quantidade (por exemplo, área) a um objeto padrão, sofre uma transformação que o faz parecer diferente (por exemplo, um quadrado transformado em retângulo de igual área). Ao abordar a questão da conservação da área de figuras geométricas, Piaget, Inhelder & Szeminska (1960) sugerem que a criança que atingiu conservação de área "não mais compara a área da figura usada como controle, mas, ao contrário, raciocina a partir da própria transformação" (p.285, citado em Kempler, 1971).

Piaget enfatiza o papel da reversibilidade e do esquema de proporção no desenvolvimento da conservação: para se ter certeza de que há igualdade, deve ser possível estabelecer, entre o ganho em altura e a perda em largura, uma verdadeira proporção e não apenas uma mera relação qualitativa (Piaget, 1952). Desta forma um entendimento verdadeiro da conservação deriva, em grande parte, da apreciação ou do domínio da multiplicação lógica, pressupõe o princípio de que as dimensões relevantes de uma dada área, variam inversamente.

Estudos mais recentes sobre o conceito de área, também no contexto de estudos sobre conservação, têm questionado a interpretação Piagetiana. Questiona-se, por

exemplo, que "centração" seja uma característica dominante do raciocínio infantil. assumindo e analisando mais cuidadosamente a atenção que os sujeitos prestam às dimensões das figuras que servem de estímulo às suas respostas, pesquisadores argumentam que tanto a incapacidade das crianças pequenas em apresentarem conservação, quanto à habilidade das crianças mais velhas e dos adultos em responderem corretamente, não são unicamente devidas ao tipo de atenção que os sujeitos dedicam aos estímulos, mas ao tipo de regra que utilizam na combinação dos estímulos. Assim, as crianças pequenas seriam capazes de observar mais do que uma dimensão, como também exibiriam estratégias suficientemente sofisticadas de integração.

As implicações mais fundamentais dessas pesquisas para os estudos em desenvolvimento cognitivo, referem-se, entretanto, ao próprio conceito de conservação. Por exemplo, sugere-se que a "conservação" deve ser considerada como uma expectativa de invariância de alguma propriedade do objeto sob várias transformações, que se desenvolvem a partir de uma expectativa primitiva de invariância do objeto (Anderson & Cuneo, 1978). Formas rudimentares de invariância de objetos, que aparecem já no primeiro ano de vida, ocorreriam pelo fato de crianças pequenas serem sensitivas a alguma característica discriminativa do objeto. Propriedades de dimensão (como comprido, pesado), serviriam como características discriminativas apenas enquanto conceitos qualitativos (isto é permitem comparações entre objetos: 'mais comprido que', 'mais pesado que'). Tais características seriam gradualmente diferenciadas e constituiriam 'conceitos-propriedade'. Estes, por sua vez, comportariam desenvolvimento e emergiriam em épocas diferentes, dependendo da sua complexidade e dependendo da ocorrência de experiências relevantes, significativas. Sob essa perspectiva, o conceito de área seria desenvolvido após o conceito de comprimento. Essa idéia de que comprimento é primitivo em relação à área, conforma-se com a interpretação Euclidiana da geometria.

Em resumo, o debate entre pesquisadores das duas perspectivas acima se dá em torno de conceitos como integração, compensação, centração e conservação. Tais conceitos são usados como categorias básicas de referência e permitem aos autores refutar, argumentar e afirmar a complexidade e a dinâmica do processo de conhecimento e sua estrutura.

Em ambas as perspectivas, pressupõe-se que o conceito de área não é uma noção primitiva. Considera-se tradicionalmente que todo conceito ou é primitivo, ou é construído a partir de primitivos através de princípios de composição. Além disso, considera-se que os conceitos primitivos não têm estrutura, sendo diretamente significativos. Estas constatações tornam-se problemáticas no contexto das pesquisas sobre o conceito de área.

O problema não se restringe apenas aos pesquisadores mencionados. Para qualquer um de nós, educados sob a autoridade da Geometria Euclidiana, adentrar o campo de conhecimento dos especialistas em cubação sob esta nova perspectiva não é tarefa trivial. Para começar, precisamos rever o nosso próprio entendimento do que seja o conceito de *área*. Precisamos lembrar que existe um *método* que é prescrito por ser, demonstradamente, a maneira de se chegar à noção de área com a qual se iniciou. Área e

método encontram-se atados por uma suposta estrutura lógica. Nós não podemos entender o conceito de área sem entender o método e vice-versa. E ambos não podem ser entendidos, se negarmos a existência de uma lógica que os une. É essa estrutura -enquanto *representação*- que está em questão. Temos bons motivos (através de evidências de Dal Pian, 1990) para acreditar que esta não é a única (e talvez nem a mais rica) representação na qual centrar uma proposta curricular. Reconhecemos que a experiência científica e matemática é uma atividade reflexiva que enriquece a própria prática. Só que sem uma generalização significativa, ela não se torna uma apreensão do sujeito.

Inserir-se neste debate o modo com que os conceitos ganham significado. O Realismo Experiencial, tal como proposto por George Lakoff, merece nossa atenção. As referências nas quais nos apoiamos são Lakoff (1987, 1988) e Lakoff & Johnson (1989).

Lakoff considera que os sistemas conceituais são uma consequência da natureza da experiência humana (individual e coletiva). Isto é, algumas experiências são-nos oferecidas (pré-conceitualmente) em decorrências das formas de nos relacionarmos com o mundo físico e social. Aqui, o significado é garantido pela própria experiência.

Segundo Lakoff, na medida em que surgem diretamente da experiência, as estruturas de nível básico e de imagens são diretamente significativas. Estruturas conceituais abstratas são indiretamente significativas. Elas tornam-se significativas dado o seu relacionamento sistemático com estruturas diretamente significativas.

Lakoff sugere então que o nosso sistema de conceituação sustenta-se em dois pontos sem no entanto recorrer à idéia de primitivos. Para ele, diretamente significativos são os conceitos de nível básico. Tais conceitos localizam-se num nível intermediário de organização conceitual: não é o mais alto (supra-ordenado) e nem o mais baixo (subordinado). Nesse sentido, eles não podem ser considerados como sendo elementos atômicos fundamentais de uma estrutura. 'Básico', para Lakoff, não significa então 'primitivo'.

Segundo Lakoff, a abstração das estruturas conceituais também se faz possível dada a nossa capacidade de conceitualização, na medida em que esta envolve: (a) a habilidade de formar estruturas simbólicas que se correlacionam com as estruturas pré-conceituais da nossa experiência do dia-a-dia; (b) a habilidade de projeção metafórica, das estruturas do domínio físico para as estruturas do domínio abstrato; e (c) a habilidade de fornecer conceitos complexos e categorias globais recorrendo a esquemas de imagem como expediente estrutural.

De forma semelhante, a nossa capacidade de conceitualização propicia também as especializações, não no sentido destas constituírem sub-categorias de uma categoria central, mas no sentido de sugerirem novas possibilidades e maneiras de pensar sobre idéias a ela relacionadas<sup>1</sup>. Há um fluxo do pensamento, não fugaz, mas estruturado. Na

---

<sup>1</sup> Lakoff introduz a idéia de *categoria radial*, que apresenta um centro (ou protótipo) que pode ser prognosticado, mas cuja estrutura, enquanto categoria, é radial, não possibilitando que as variações sejam preditas por regras gerais. O centro não gera portanto as sub-categorias, mas *motiva* a articulação de outras categorias ao núcleo, seja na forma de adaptações, extensões ou analogias.

concepção de Lakoff, o nível básico não participa, portanto, de uma mera classificação taxonômica a que se adicionam certas restrições, mas ajuda a engajar o pensamento humano num *movimento de organização conceitual e de construção da própria racionalidade*.

Estudos sobre a Geometria de Cubação reforçam a posição de George Lakoff e sugerem a necessidade de conceber o conceito de área como primitivo.

Cubação é um procedimento tipicamente algorítmico utilizado por pequenos agricultores no Rio Grande do Norte nas mais variadas situações em agricultura, incluindo transações comerciais com fazendeiros, técnicos agrícolas e inspetores do Banco do Brasil. Ele é aprendido e transmitido oralmente de uma geração à outra e não mantém nenhuma relação com o que é ensinado nas escolas. *'Mil covas'* é a sua unidade de medida de área conhecida desde os tempos coloniais, estando associada a um procedimento de estimativa da área de terrenos.

Literalmente, a expressão mil covas pode significar a quantidade de 1000 covas fincadas no chão. Historicamente, ela corresponde a aproximadamente 1/3 do hectare e é conhecida por representar a quantidade de cana transformada em açúcar num engenho, por dia. Além disso, *mil covas* é conhecida como sendo equivalente a uma 'quadra' de  $625 br^2$ , sendo  $1 braça (br) = 2.2 \text{ metros}^2$ .

Cubação constitui um domínio de especialização em geometria que parece ter vida própria, contendo fatos, aspectos de justificação, mecanismos explicativos e conceitos diferenciados. Dada a sua estreita relação com a atividade agrícola, tal domínio de conhecimento preserva muito do que teria sido a origem da própria geometria. Enquanto sistema formal é essencialmente prático, requerendo um sistema de treinamento caracteristicamente cultural. O fato de *mil covas* existir no corpo de uma prática discursiva como cubação, converte o conceito em ponto de referência dos especialistas propiciando-lhe significado.

Isto significa dizer que, ao praticar cubação, os especialistas não estão pensando em *mil covas* como uma expressão do conceito abstrato de área. Enquanto agricultores, eles raciocinam como pessoas que plantam, colhem e vendem os seus produtos, negociam empréstimos e a própria terra da qual sobrevivem. O domínio do seu pensamento é a *praxis*, que fornece à comunidade camponesa formas de *experimentar* o mundo real que os cerca. Neste sentido, a categoria *mil covas* informa o quanto se pode plantar, o quanto se espera colher, o quanto vai estar disponível para a alimentação, o quanto vai se ganhar, o quanto vai se pagar. *Mil covas* torna-se uma categoria 'subordinada' a outras como o alimento, a energia, a força de trabalho. A sua 'subordinação' ao conceito de área advem de um processo de abstração que só pode ocorrer

---

<sup>2</sup> Outras unidades de área associadas a sistemas não métricos, utilizadas na agricultura nos mais diversos lugares e épocas, têm definições semelhantes. Por exemplo, o *acre* é definido como a quantidade de terra que um boi na capinadeira é capaz de arar, antes de parar para tomar fôlego. É equivalente a um retângulo de 4 poles por 1 furlong. Os argumentos expressos com relação a mil covas são portanto extensivos a outros sistemas.

no movimento "especialização  $\longleftrightarrow$  abstração", tal como sugerido pelo realismo experiencial.

Além disso, a noção de territorialidade pressuposta pela demarcação dos terrenos agrícolas e pela quantificação das áreas na forma de "quantidade de substâncias" (sejam as covas plantadas, seja a cana processada, seja a terra arada), aliada à grande variedade de atributos que a idéia de *mil covas* apresenta, certamente fornece um campo para a exploração de modelos conceituais idealizados (envolvendo metonímias e metáforas) que nos permite explorar a categoria de *mil covas* enquanto uma categoria de nível básico.

Portanto, ao aceitar esta possibilidade, aceitamos também, seguindo o entendimento de Lakoff, que a primeira apreensão do conceito de área se dá em torno de estruturas conceituais que *não resultam da aplicação de regras de composição*.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, N. H. & CUNEO, D. (1978). The Height + Width Rule in children's Judgements of Quantity. *Journal of Experimental Psychology: General*. Vol. 107, nº 4, 335-378.
- DAL PIAN, M. C. (1990). The Characterization of Communal Knowledge: Case Studies in Knowledge Relevant to Science and Schooling. *PhD Thesis*. London: IEUL.
- DAL PIAN, M. C. (1993). The Geometry of Cubação. *Proceedings*. Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Cornell University. Ithaca, N.Y.
- KEMPLER, B. (1971). Stimulus Correlates of Area Judgments: a Psychophysical Developmental Study. *Developmental Psychology*. Vol 4, nº 2, 158-163.
- LAKOFF, G. (1987). *Women, Fire and Dangerous Things*. Chicago: University of Chicago Press.
- LAKOFF, G. (1988). Cognitive Semantics. In Eco, U. et al. *Meaning and Mental Representations*. Indianapolis: Indiana University Press.
- LAKOFF, G. & JOHNSON, M. (1989). *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press.
- PIAGET, J., INHELDER, B. & SZEMINSKA, A. (1960). *The Child's Conception of Geometry*. London: Routledge and Kegan Paul.
- PIAGET, J. (1952). *The Child's Conception of Number*. New York: Norton.

---

## 4. "Visões de Universo" de Alunos Adultos Trabalhadores. Martins, A. F.P.

---

As dificuldades do ensino de Ciências podem ser ainda maiores quando o público-alvo é constituído por adultos em sua maior parte alijados do processo de educação regular (por diversas razões), e que a ele retornaram em busca de objetivos diversos. Essa é a realidade do Curso Supletivo do Colégio Santa Cruz, que acaba de completar vinte anos. Porém, essa heterogeneidade do alunado pode também contribuir no sentido do aproveitamento das diferentes visões e experiências pessoais

na elaboração de um curso que, dentre outros objetivos, vise apresentar o conhecimento científico como algo produzido pelo homem, tendo um caráter mutável e histórico. Essa visão de ciência, compartilhada pelos professores da área, tem como consequência o estabelecimento de uma estratégia de ensino que parte justamente do conhecimento do aluno em direção ao saber acadêmico, utilizando-se nesse caminho de elementos da história da ciência.

O curso do 8º termo, que de certo modo pode ser considerado uma introdução à Física, divide-se em duas partes, cada uma com duração de aproximadamente dois meses: na primeira (a qual o presente trabalho refere-se), o tema central é "O Universo", e na segunda, o "Estudo da Luz".

No início do curso os alunos fazem a seguinte atividade: individualmente, desenham e descrevem em poucas linhas as suas "visões de mundo", ou "visões do Universo" (essa *descrição* serve para identificar os elementos do desenho). Embora haja uma diversidade muito grande de desenhos e explicações (como é esperado), as "visões" podem ser divididas em três grupos principais:

### ***GRUPO 1 → Universos "fechados" e "auto-contidos"***

Esse grupo caracteriza-se por desenhos que representam o Universo como uma grande "bola", dentro da qual encontram-se as estrelas, o sol, a lua, a Terra, outros astros e, <sup>3</sup>em geral, naves espaciais e discos voadores. Esses elementos aparecem todos misturados, sem qualquer tipo de organização ou hierarquia aparentes.

### ***GRUPO 2 → Universos "geocêntricos"***

A Terra é colocada no centro do desenho, e os outros elementos aparecem circundando-a, de um modo às vezes mais, às vezes menos organizado.

### ***GRUPO 3 → Universos "heliocêntricos" ou "sistemas solares"***

Nesse grupo encaixam-se as representações do Universo que buscam colocar o sol como centro de um conjunto de órbitas (circulares ou não) nas quais encontram-se os planetas. Estrelas aparecem com frequência entre as órbitas planetárias. Esses desenhos assemelham-se àqueles presentes em livros de Geografia, retratando o "sistema solar".

Num segundo momento, em grupos, os alunos procuram comparar as diferentes visões, estabelecendo diferenças e semelhanças entre elas. Torna-se

---

<sup>3</sup>\*Colégio Santa Cruz /

## Painéis

evidente para eles que, longe de ser algo trivial, as "visões de mundo", além de serem bastante diferentes, trazem consigo uma série de informações e conceitos muito valiosos e reveladores.

A motivação inicial está dada, e a dúvida principal dos alunos em seguida é: "*Qual a visão "correta", afinal?*". A partir daí, passamos a estudar diversos modelos cosmológicos desenvolvidos ao longo da história, sempre utilizando-nos de textos simples, abrangentes e históricos. Discutimos o Universo dos egípcios, babilônios e o modelo geocêntrico grego, até chegarmos à revolução copernicana. Aspectos da visão atual da ciência são trabalhados mais ao final do curso, quando as próprias dúvidas e questões levantadas pelos estudantes por si só dão a linha a seguir. Em geral, os grandes temas sugeridos para discussão são: o "Big Bang", as galáxias, a existência de vida fora da Terra, a separação astronomia x astrologia, e outros. Nesse momento, um trabalho de pesquisa (em grupo) com posterior apresentação para a classe serve como "desfecho".

Há duas outras atividades importantes mas que nem sempre conseguem ser realizadas: uma visita ao Planetário Municipal e uma sessão de observação (com um pequeno telescópio refletor) da lua e de algum planeta (se possível).

Embora nem todo aluno chegue ao final do curso tendo reformulado a sua "visão do Universo", a maioria deles o faz, em maior ou menor grau. É comum, por exemplo, que um aluno inicialmente do "Grupo 1" elabore um novo desenho mais próximo de uma visão heliocêntrica. Ou então, muitas vezes, um aluno do "Grupo 3" refaz o seu "sistema solar", colocando agora as estrelas mais distantes e acrescentando que o Universo é "infinito".

No entanto, apesar da pouca duração do curso e do fato dele dirigir-se a alunos muito heterogêneos e com muitas dificuldades materiais e cognitivas, acredito que a reformulação ou não das "visões de mundo" é apenas um aspecto da importância do trabalho, assim como o auxílio na construção de uma visão de ciência humana, histórica e mutável. Porém, há outra questão não menos relevante: a importância de estar trabalhando com o "imaginário" de adultos que, com relação a todas essas questões levantadas no curso, dificilmente teriam outro espaço, que não fosse a escola, para discuti-las. E são questões que sempre os remetem a indagações mais profundas, associadas a crenças pessoais, histórias de vida, religiosidade, etc. É no âmbito desse imaginário, preenchido muitas vezes com misticismo barato, que o fascínio pelas coisas da ciência desponta. E, quem se deixa levar por ele, muitas vezes revive o deslumbramento que Galileu com certeza teve ao olhar para a lua com o telescópio pela primeira vez.

---

### 5. Detecção e Análise de Concepções Espontâneas e Alternativas de Alunos de 2º Grau sobre Física Moderna. Paulo, S.R.; Rinaldi, C.; Jorge, I.; Lima, G. F. de.

---

É sabido que no séc. XX houve profundas modificações na ciência, quer seja em âmbito paradigmático, conceitual ou filosófico. A ciência deixou de ser

determinista, até mesmo o tempo e o espaço adquiriram uma contextualização completamente nova. Diante dessa perspectiva, seria de se esperar que tais mudanças na ciência levassem a modificações igualmente profundas na sociedade como um todo. Entretanto isso não aconteceu.

Recentemente, surgiu a preocupação por parte de pesquisadores da área de educação em física com relação à enorme defasagem existente entre as conquistas da física no séc. XX e o conhecimento efetivo da ciência por parte da população.

Uma forma de se atenuar esse problema é através da introdução de conceitos da FM a nível de ensino secundário, contemplando, assim, uma maior parcela da população. Esta estratégia, contudo, exige que os conceitos extremamente formais da FM sejam apresentados de forma coerente com o nível cognitivo dos alunos secundários e, também, que sejam apresentados de forma consistente, numa seqüência adequada que parta dos conceitos já adquiridos e solidificados por parte do aluno. A questão fundamental é: COMO fazer isso. Uma proposta possível seria seguir a seqüência histórica, ou seja, apresentar uma seqüência de conteúdos obedecendo a mesma cronologia das descobertas que estruturaram a FM [Ver, por exemplo: “Física moderna en la enseñanza secundaria: una propuesta fundamentada y unos resultados” - D.Gil, F.Senent y J.Solbes - *Revista Espanola de Física*, 3, 1 (1989), pp.53-58]. Mas será que essa estratégia é a mais adequada?

Dentro desse contexto, nossa proposta de trabalho é, em primeiro lugar, mapear tanto os conceitos científicos sobre física clássica adquiridos pelos alunos, que tenham algum vínculo com a FM (e que devem servir de base para uma possível evolução conceitual até os elementos fundamentais da FM), como também os conceitos espontâneos e alternativos que o aluno secundário traz consigo, sobre tópicos relacionados com a FM, e que, muitas vezes, encontram-se inseridos dentro dos elementos do cotidiano, como, por exemplo, o comportamento, origem e estrutura da luz, a captação de energia solar e conversão para energia elétrica, a emissão de radiação pelos corpos, etc. A partir dos dados coletados por meio de pesquisas sobre essas concepções, podemos, de forma mais segura, elaborar uma estratégia adequada à introdução da FM a nível do ensino médio.

### **Metodologia e resultados experimentais:**

Considerando-se que a luz corresponde a um dos temas centrais tanto da Teoria da Relatividade quanto da Mecânica Quântica, este tópico foi escolhido como ponto de partida para a investigação das concepções dos alunos sobre a Física Moderna.

Foi organizado um questionário que versava sobre a constituição e propriedades da luz e também sobre a sua produção pelo sol. Tal questionário foi aplicado em duas escolas de ensino médio. A população pesquisada foi de 194 alunos de 1ª, 2ª e 3ª séries do 2º grau, na escola A, e 148 alunos da 8ª série e todas as séries do 2º grau na escola B.

De um modo geral, constatou-se pouca familiaridade com as questões abordadas por parte dos alunos, de onde se conclui a inexistência de um contato direto com os princípios da Física Moderna. Essa conclusão, no entanto, não se aplica a cerca de 10 alunos da escola A, que demonstraram algum conhecimento da Teoria da Relatividade Especial. Esses alunos posteriormente foram sujeitos a uma entrevista clínica com o objetivo de se averiguar onde eles haviam adquirido tais conhecimentos. constatou-se que eles provinham dos meios de comunicação, principalmente revistas de divulgação científica como a *Superinteressante* e a *Globo Ciência*. Antes da entrevista clínica, esperava-se que esses alunos deviam se interessar pela Física Moderna espontaneamente, como forma de ampliar sua cultura geral. No entanto, a entrevista clínica demonstrou que, subjacente ao seu interesse pelo assunto, estava uma forma de “vontade de poder”. Tais alunos utilizam-se de seus conhecimentos adquiridos nas revistas de divulgação a fim de se destacarem perante os demais colegas. Alguns deles utilizaram-se dessa estratégia, por exemplo, para conseguir ter como namorado(a) determinado colega.

Aqueles que nitidamente possuíam um conhecimento prévio da Física Moderna foram descartados dos resultados a seguir, por constituírem uma população diferente da maioria dos alunos.

### Análise das questões

*Questão 1:* O questionário tem início com a constituição da luz. Os resultados percentuais de cada tipo de concepção apresentada pelos alunos das duas escolas são mostrados na fig. 1. As concepções foram classificadas em 5 categorias: a) energia; b) raios luminosos; c) partículas; d) ondas e e) outros. Procurou-se ordenar tais concepções no gráfico indo da mais primitiva à mais científica. Assim, a concepção de que a luz é constituída de “energia” foi classificada como a mais primitiva devido ao seu caráter animista ou mágico-fenomenológico. Ao ignorar a constituição da luz, o aluno pode utilizar-se do termo “energia”, uma vez que este é usado de forma indiscriminada pelas pessoas leigas e pelos meios de comunicação para descrever fenômenos que muitas vezes não podem ser racionalizados em termos de energia [ver: Taber, K.S. (1994) - “Student reaction on being introduced to concept mapping” - *Phys. Educ.* **29**, p.276]. Já a concepção de que a luz é constituída de partículas (c) foi classificada como mais primitiva com relação a ondas (d), pelo fato de que a mecânica newtoniana é apresentada anteriormente no ensino formal, apesar de que, do ponto de vista histórico (o que em geral não é conhecido pelos alunos), a concepção ondulatória já existia na época de Newton.

De acordo com a fig. 1, a maioria relativa dos alunos da escola A acreditam que a luz é constituída por “raios luminosos”, enquanto que a “energia” é a concepção predominante na escola B. Tomando-se a média geral para cada escola, chega-se à conclusão de que os alunos da escola A se encontram num estágio

cognitivo menos primitivo do que os da escola B. (A escola A corresponde a alunos de um nível financeiro superior aos da B).

Somando-se as frequências das duas escolas, pode ser observado que a concepção **b** é a predominante. De acordo com as respostas individuais dos alunos, pôde-se identificar que esta concepção caracteriza a luz como sendo constituída por “varetas rígidas e finas” (os raios). Tal concepção pode ser identificada nos desenhos do sol feitos pelas crianças (uma bola com varetas orientadas radialmente) e no próprio ensino formal, principalmente no caso da óptica geométrica.

De acordo com os dados obtidos, fica evidenciado, também, que os alunos de ambas as escolas ainda não evoluíram até a concepção científica, baseada na dualidade onda-partícula.

*Questão 2:* A questão 2 é sobre a produção de energia solar, ou seja, sobre a “criação” da luz. As respostas também foram classificadas de acordo com a sua primitividade: **a)** O sol é uma bola de fogo que se mantém acesa devido à combustão de gases; **b)** Há raios luminosos no interior do sol. A energia que o sol irradia se deve ao “escape” desses raios; **c)** Molecular: a energia do sol é produzida pela agitação de moléculas e partículas. Na concepção **d)**, os alunos apresentam respostas baseadas em fenômenos nucleares, mas em geral com uma certa confusão, como, por exemplo, invertendo a reação nuclear: O átomo de He se fissiona em dois átomos de H. De acordo com a figura 2, duas observações podem ser imediatamente formulada: Uma pequena parte dos alunos tem consciência da concepção científica (resposta **e)**, enquanto que a maioria deles apresenta ainda uma concepção medieval sobre a produção da energia solar.

A concepção **b** é particularmente interessante. quando do início da análise das respostas dos alunos, não foi possível identificar em que consistia tal concepção, pois muitos alunos responderam simplesmente que “a energia do sol se deve aos raios solares”. Entretanto, outras respostas permitiram identificar que, para esses alunos, os raios solares parecem estar pré-formados no interior do sol. As respostas a seguir ilustram tal concepção:

- “O sol é uma fonte de energia que se produz por causa **dos raios que ele contém**”.
- “O sol produz a sua energia através da acumulação de raios luminosos e que em um certo momento **ela explode, soltando a sua energia**”.

Concepções alternativas de baixa frequência não foram incluídas na figura. Tais concepções são bastante individuais, como a de A.P. (escola A): “O sol fica rodando em seu próprio eixo; daí se tira uma energia inesgotável; porque este só se apagará quando este movimento acabar”. (Observe, inclusive, que este aluno não tem a concepção de conservação de energia).

*Questões 3 a 6:* Estas questões se referem à dinâmica e cinemática da luz. As respostas foram classificadas de acordo com a constância, ou não, da velocidade da

## Painéis

luz e com o fato de que ela pode, ou não, ser atraída. Pode-se constatar, de imediato, de acordo com a fig. 3, que a concepção predominante é de que a luz tem velocidade constante, independente do referencial e de que a luz não pode ser atraída, nem mesmo pela gravidade. Apenas dois alunos responderam que a luz pode ser atraída por um buraco negro, mas mesmo esses alunos não atribuem a atração ao campo gravitacional do buraco negro. Aliás, a concepção de campo raramente aparece, o que fica evidenciado pelas respostas à questão número 5, na qual a maioria dos alunos respondem que “os opostos se atraem”, muitas vezes sendo esses opostos de natureza elétrica, e não magnética. Isso pode ser evidenciado, por exemplo, pelas seguintes respostas:

- “Porque eles possuem cargas elétricas opostas”.
- “Porque são formados por cargas opostas. E cargas opostas se atraem. O imã de carga + atrai o ferro de carga ”.

A concepção de que a luz possui velocidade constante não pode ser atribuída aos meios de comunicação, já que os alunos que têm um contato efetivo com as revistas e programas de TV de divulgação científica foram identificados e descartados. Através de um contato com os professores de física desses alunos, feito após a aplicação do questionário, verificou-se que a questão da velocidade da luz foi apresentada e enfatizada dentro da sala de aula. Contudo, a conclusão de que a predominância da concepção a se deve exclusivamente ao ensino formal parece precipitada. Essa questão deve ser melhor investigada tendo em vista que essa concepção pode ter inclusive raízes espontâneas.

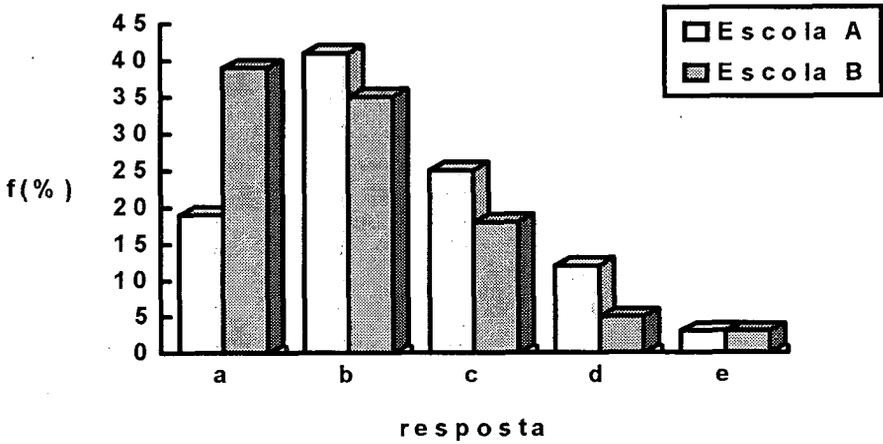
## Conclusão

De um modo geral, pode-se concluir que os alunos de ambas as escolas apresentam concepções bastante primitivas com respeito a questões relacionadas às propriedades da luz, notadamente no que diz respeito à questão número 2. Contudo, o fato de que alguns alunos apresentaram concepções científicas adquiridas através dos meios de comunicação indica ser possível o ensino de tópicos de física moderna no ensino médio, ou seja, os alunos já apresentam maturidade cognitiva para isso.

Um aspecto importante é o fato de que aparentemente o ensino formal reforça algumas concepções que não são condizentes com a científica, como é o caso da luz ser constituída por raios luminosos, que pode ser reforçada pelo ensino da óptica geométrica.

**CONSTITUIÇÃO DA LUZ**

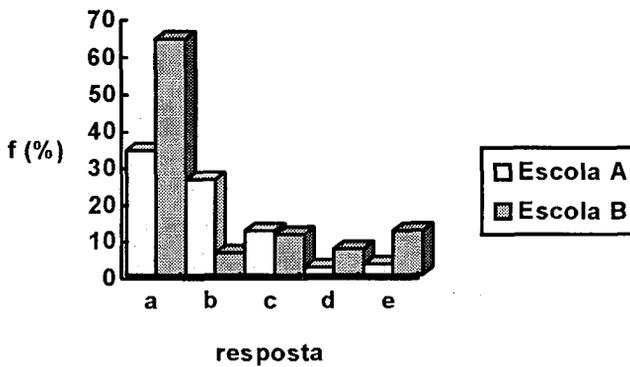
Figura 1



- a) Energia;
- b) Raios Luminosos;
- c) Partículas;
- d) Ondas;
- e) Outros.

**PRODUÇÃO DE ENERGIA SOLAR**

Figura 2



- a) Combustão/gases: O Sol como uma bola de fogo;
- b) Raios solares (pré-formados no interior do Sol?);

## Painéis

- c) Molecular;
- d) Nuclear errônea;
- e) Científica.

**Obs:** Não foram considerados aqueles que responderam que não sabem.

Não estão apresentados no gráfico outras concepções menos freqüentes, como as artificialistas.

## CINEMÁTICA/DINÂMICA DA LUZ

Figura 3



- a) A velocidade da luz é constante, independente do referencial. A luz não pode ser atraída.
- b) A velocidade da luz é constante, independente do referencial. A luz pode ser atraída.
- c) A velocidade da luz pode variar. Ela pode ser atraída, mas não pela gravidade.
- d) Outros.

---

### 6. O Uso Impróprio de Analogias na Resolução de Problemas Envolvendo o Escoamento de Líquidos. Arruda. S.M.; Silva L.F.

---

#### 1. Introdução

O papel fundamental desempenhado pelas analogias e modelos na aquisição do conhecimento é reconhecido há bastante tempo por educadores, filósofos e historiadores da Ciência (Petrie, 1984; Black, 1966; Kuhn, 1962). Analogias e modelos, de fato muito usados na Física, são, como discutimos em outro lugar, casos particulares de metáforas e permeiam todo o discurso científico (Arruda, 1993). O uso de analogias, por outro lado, está na base do aprendizado científico, como descrito por Thomas Kuhn em diversos ensaios e na “Estrutura”, que ele denomina de *aprendizado por ostensão* (Kuhn, 1979, p.337). Segundo Kuhn, os cientistas nunca

aprendem conceitos, leis ou teorias de uma forma abstrata ou isoladamente. Ao contrário, a compreensão de termos como massa, força ou aceleração, por exemplo, depende da aplicação desses conceitos durante a resolução dos *exemplares*, isto é, problemas típicos, de solução conhecida e aceita por toda a comunidade, como os problemas de final de capítulo dos manuais. Através da resolução de tais problemas resulta uma habilidade para ver semelhanças entre uma variedade de situações diferentes, todas elas sujeitas à mesma lei, por exemplo  $f = ma$  (Kuhn, 1978, p.234). Quando o estudante, ou o cientista, encontra uma situação nova ele procura modelar a nova situação com base na velha. “O estudante descobre...uma maneira de encarar o seu problema como se fosse um problema que já encontrou antes. Uma vez percebida a semelhança e apreendida a *analogia* entre dois ou mais problemas distintos, o estudante pode estabelecer relações entre os símbolos e aplicá-los à natureza segundo maneiras que já tenham demonstrado sua eficácia anteriormente” (ibid, p.234). Assim sendo, a educação científica consistiria em síntese em fazer com que o estudante adquirisse um “arsenal de exemplares” (Kuhn, 1989, p.368).

## 2. O uso impróprio de analogias

Como discutido acima, perceber analogias, ou seja, reconhecer semelhanças entre situações diferentes está na base do aprendizado do conhecimento científico, ou talvez, de todo tipo de conhecimento. Não obstante, as analogias podem ser enganosas ou serem impropriamente utilizadas. Nós temos observado, por exemplo, que estudantes de 2º ou 3º grau ou mesmo professores de física de 2º grau frequentemente tentam resolver problemas da dinâmica de fluidos usando como base para a solução resultados por exemplo da hidrostática ou da mecânica das partículas que não são aplicáveis às situações propostas.

Consideremos, por exemplo, um escoamento ideal e estacionário de água por uma tubulação de diâmetro constante, possuindo uma diferença de altura entre suas extremidades, conforme mostrado na FIG 1:

Fig. 1

Podemos supor, para aproximar a situação da realidade, que o ponto A está ligado a uma caixa d'água e o ponto B a uma torneira. Pergunta-se então se a velocidade da água em A ( $v_A$ ) é menor, igual ou maior que a velocidade da água em B ( $v_B$ ).

Nós pudemos observar (Barolli & Arruda, 1994) que alguns estudantes de 3º grau (curso de Arquitetura, 1º período, UEL) tendem a considerar correta a resposta  $v_B > v_A$  baseados na lei da conservação da energia mecânica, considerando a situação da FIG 1 análoga a situações da mecânica de partículas em que a diminuição da altura (energia potencial) de um móvel implica num aumento correspondente na sua velocidade (energia cinética).

Outros estudantes da mesma turma mencionada acima que consideraram a mesma resposta como correta, justificaram sua resposta usando o conceito de

## Painéis

pressão: como  $p_A$  é menor que  $p_B$ , então  $v_B$  será maior que  $v_A$ . Alguns chegaram a explicitar a analogia que estavam empregando: num prédio de apartamentos, nos primeiros andares “além da pressão ser muito forte, quando a torneira é aberta a água sai com velocidade muito maior”.

O mesmo problema foi posteriormente apresentado a um professor de física de 2º grau de Londrina. Pudemos observar também uma resposta do tipo  $p_B > p_A \Rightarrow v_B > v_A$ . Para justificar sua resposta, o professor entrevistado considerou como situação análoga a de uma garrafa plástica cheia de água e com dois furos laterais, conforme é mostrado na FIG 2:

Fig. 2

A situação da figura acima também foi apresentada, através de questionário, a outros 13 professores de física de 2º grau (região de Cascavel, PR). 77% deles responderam que  $v_B > v_A$  utilizando como justificativa a mesma idéia, ou seja, que “a pressão no ponto B é maior que a do ponto A”.

Procurando entender melhor a razão pela qual tantos professores e estudantes utilizavam o conceito de pressão para a justificar sua resposta, nós continuamos utilizando a situação da FIG 2 nas entrevistas. Suspeitamos que os professores estavam resolvendo os problemas da dinâmica de fluidos tomando como referência situações da hidrostática (por exemplo, a garrafa de água sem os orifícios laterais) nas quais se aplica a lei de Stevin ( $p_B = p_A + \rho gh$ ). Entrevistas posteriores, nas quais o instrumento de pesquisa usado envolvia questões que forçavam o entrevistado a explicitar o seu conceito de pressão, confirmaram nossa suposição (Silva, 1995).

## 3. Conclusões

Em, primeiro lugar, podemos dizer que o modelamento dos problemas propostos ocorreu naturalmente. Ou seja, em todas as entrevistas o processo de resolução dos problemas propostos envolveu a busca espontânea de situações análogas de solução conhecida, o que vai ao encontro da concepção kuhniiana sobre o aprendizado científico. Entretanto, como vimos, as soluções encontradas podem não ser consistentes com a Física. Muitas das analogias utilizadas não se aplicavam às situações propostas, o que levou o entrevistado a respostas erradas em alguns casos ou à resposta correta, por uma via incorreta em outros. O aprendiz deve portanto ter meios de testar os seus resultados, uma tarefa que, numa primeira instância, deve ser assumida pelo professor. Posteriormente, na vida profissional, a comunidade irá se responsabilizar pela aceitação e julgamento da plausibilidade ou consistência da solução de um problema de pesquisa proposto.

Podemos dizer também que a não inclusão nos livros-texto de Física de 2º grau de uma discussão da dinâmica de fluidos (equação de Bernoulli, por exemplo), já que o assunto em geral não faz parte do currículo de Física no 2º grau, deixa o professor com uma compreensão incompleta (ou mesmo incorreta) do conceito de pressão: a idéia de pressão sugerida pela lei de Stevin é diferente da sugerida pela

equação de Bernoulli. Observamos que a maioria dos alunos de graduação, bem como os professores entrevistados consideraram pressão como “o peso da coluna de água” num determinado ponto do fluido, o que decorre diretamente da lei de Stevin. Essa lei é entretanto um caso particular da equação de Bernoulli quando o termo  $1/2 \rho v^2$  é igual a zero. Acreditamos que tratar a pressão como “densidade de energia” poderia ser mais conveniente e consistente com a mecânica de fluidos, a cuja parte dinâmica também deveria ser abordada no 2º grau.

## Referências

- ARRUDA, S.M. (1993). Metáforas na Física. *Cad. Cat. Ens. Fis.*, vol 10, nº1, 25-37.
- BAROLLI, E. & ARRUDA, S.M. (1994). Algumas idéias de estudantes sobre o escoamento de líquidos. **IV EPEF**, Florianópolis, SC.
- BLACK, M., (1966). **Modelos y Metáforas**. Madrid: Editorial Technos, Ltda.
- KUHN, T.S., (1978). **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva. Versão original de 1962.
- KUHN, T.S. (1979). Reflexões sobre os meus críticos. Em Lakatos & Musgrave (org). **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Cultrix e Edusp.
- KUHN, T.S. (1989). **A Tensão Essencial**. Lisboa: Edições 70.
- PETRIE, H., (1984). Metaphor and Learning. Em Orthony, A. (org). **Metaphor and Thought**. Cambridge: Cambridge University Press.
- SILVA, L.F. (1995). Monografia do Curso de Especialização em Ensino de Física de 2º Grau, Dep. Física, UEL.

---

## 7. O Modelo de Ensino Construtivista de Velocidade Angular: Análise de sua Utilização em Sala de Aula. Nascimento, L.; Carvalho, A.M.P. de

---

## O PARADIGMA DE HILGARD

Hilgard (1964) abstraiu seis passos num continuum da pesquisa educacional, possibilitando a colocação de novas idéias educacionais dentro do contexto deste continuum de pesquisa. Hilgard alerta para o fato de que não se pode mover diretamente da pesquisa básica para a aplicação e que, infelizmente, muitos dos resultados de pesquisas situadas nos passos 1, 2 e 3 são utilizados como justificativas na esforços no passo 6, ao qual se chega por inferência, sem se deter o suficiente nos passos 4 e 5 do continuum.

Acreditamos que a análise de resultados de pesquisas em salas de aulas normais permite o estabelecimento das condições de contorno que permeiam a adoção de procedimentos de ensino inovadores.

## Painéis

Em nossa pesquisa temos por objetivo estudar as condições que permeiam a utilização da metodologia de ensino construtivista de velocidade angular, em situação real de sala de aula, situando-a, portanto, no passo 5 do continuum de Hilgard, destacando a necessidade do professor, ao longo de sua formação, ter a oportunidade de experimentar e vivenciar novas tendências de ensino, que assim podem gerar modificações em seu agir pedagógico.

É sob este enfoque que norteamos nossa pesquisa e procuramos analisar "Como o professor utiliza uma metodologia construtivista de ensino do conceito de velocidade angular em situação real de sala de aula?"

## O MODELO DE ENSINO CONSTRUTIVISTA DE VELOCIDADE ANGULAR

Os pressupostos construtivistas fundamentais são encontrados no planejamento do ensino do conceito de velocidade angular realizado por Silva(1989), onde, numa primeira etapa de seu trabalho, foi realizada uma pesquisa psico-genética, através de entrevistas clínicas com crianças e adolescentes, que se defrontaram com quatro diferentes situações físicas de movimento. A partir dos resultados desta pesquisa foi possível o planejamento do ensino deste conceito.

O pré-teste iniciou a etapa de ensino do conceito e propiciou o levantamento das concepções iniciais dos alunos. A ação efetiva em sala de aula compreendeu duas aulas de discussão e, ao fim destas, o desequilíbrio cognitivo almejado pode ser observado através de respostas mistas(onde apareceram os dois conceitos - velocidade linear e velocidade angular) nas explicações oferecidas pelos alunos.

A sistematização das idéias levantadas foi realizada na aula seguinte, em que se utilizou a história da ciência a fim de reestruturar os alunos.

Seguiram-se duas aulas de resoluções de exercícios e, então, foi aplicado o pós-teste após o que, foram aplicados dois testes de retenção: o primeiro, após nove semanas do término das etapas de ensino do conceito e outro, após vinte e cinco semanas.

A análise dos resultados destes testes indicou que a maioria dos alunos atingiu o nível de aprendizagem esperado.

Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que a aprendizagem foi significativa, principalmente se considerarmos o crescimento apontado pelo teste de retenção 2.

## NOSSA PESQUISA

Nossa pesquisa é um estudo de caso envolvendo um professor de Física de uma escola particular de 2º grau, do Estado de São Paulo.

Focalizamos nossa análise nas relações interativas que ocorrem no interior de sala de aula e na prática pedagógica do professor e optamos pela gravação em vídeo

das aulas ministradas, pois esta técnica de obtenção de dados permite um aprofundamento e amplitude na apreensão da situação estudada que outros instrumentos de coleta de dados não abrangem.

Nossa opção por uma pesquisa que faz uso de técnicas etnográficas é fundamentada no interesse que temos em desvelar os processos interativos presentes no cotidiano de sala de aula, segundo uma visão coerente com a epistemologia construtivista, distinta da descrição da interação professor-aluno que se produz ao se utilizar unicamente dos sistemas de categorias, como os propostos por Flander.

O presente estudo aproxima-se da perspectiva qualitativa, segundo a preocupação em retratar a realidade de forma completa e profunda, evitando interferir o mínimo possível. Neste sentido, utilizamos como instrumento de registro de dados as gravações em vídeo das aulas ministradas pelo professor.

O professor escolhido lecionava Física no 2o. grau regular e supletivo em uma mesma escola, particular, onde já trabalhava há 4 anos.

O conteúdo velocidade angular estava previsto em seu programa para as segundas séries do 2o. grau e já havia tido a oportunidade de abordá-lo nos quatro anos anteriores.

Gravamos um total de quatro aulas, de 1 hora e 40 minutos cada, em que foram desenvolvidas as sequências de atividades de ensino propostas pela metodologia utilizada. Ao final das atividades foi aplicado o pós-teste e duas semanas depois, o teste de retenção.

A análise dos resultados dos pré, pós e testes de retenção aplicados, seguiu o mesmo padrão de categorização utilizado por Silva, que correspondia à quatro níveis de elaboração hierárquica das respostas dos alunos.

Os resultados obtidos mostram uma evolução e, fato não evidenciado na categorização das respostas, observamos uma grande preocupação dos alunos com a resolução matemática da primeira questão do pós-teste, pois 6 alunos (67%), resolveram-na corretamente, embora ainda apresentassem contradições nas respostas das questões 2 e 3 deste teste, que exigiam uma melhor coerência conceitual.

Desta forma, iremos observar ao longo do ensino do conceito pelo professor escolhido, como as atividades propostas no modelo, foram desenvolvidas. A aproximação (ou afastamento) entre o agir que o professor reflete e que são manifestados na sala de aula e os objetivos teóricos propostos na metodologia de ensino construtivista de velocidade angular.

À estas constatações procuraremos justificar o desempenho de seus alunos ao longo do ensino.

## BIBLIOGRAFIA

CARVALHO, A. M. P. et al.: 1992. Pressupostos epistemológicos para a investigação em ensino de ciencias. Cadernos de Pesquisa, 82, 85-89.

- CARVALHO, A. M. P. e GIL-PEREZ, D.: 1993. Formação de professores de ciências: tendências e inovações. Coleção questões da nossa época, v.26. Cortez ed. São Paulo.
- COLL, C.:1985. Acción, interacción y construcción del conocimiento en situaciones educativas. Anuário de Psicología. Dep. de Psicología Evolutiva y Diferencial. Un. de Barcelona. 33(2).
- HILGARD, E. R. :1964. A perspective on the relationship between learning theory and educational practices. In: E.R.Hilgard(Ed.). Theories of learning and instruction. The Sixty-third Yearbook of the National Society for the study of Education. PartI, Chicago, NSSE.

---

8. **Concepções dos Estudantes acerca de Fenômenos Físicos com Rotações.** Dion, S.M.; Pacca, J.L. A.

---

## Introdução

A aprendizagem do conceito de vetor velocidade angular e sua relação com as grandezas cinemáticas já conhecidas do movimento de translação representa uma dificuldade comumente experimentada por alunos dos cursos de 2º grau.

Os estudantes, em geral, apresentam dificuldades na aprendizagem do conteúdo de vetores. E essas dificuldades tendem a aumentar ao se fazer uso desta ferramenta na descrição de rotações, quando se define uma velocidade não apenas representada por um vetor, mas um vetor perpendicular ao plano onde se dá o movimento que ele pretende descrever.

Dentro da prática do ensino de 2º grau este ponto parece não ser convenientemente tratado. Em muitos casos, desconsideram-se as características vetoriais das grandezas envolvidas ou então consideram-se velocidades algebricamente, mesmo que se adotem formas vetoriais de representação. E, quando se define a velocidade angular de maneira completa, a atribuição da direção perpendicular ao plano de rotação é feita artificialmente, ou sem argumentos plausíveis e fisicamente significativos.

Além disso, o ensino deste conteúdo se faz habitualmente sem levar em conta as experiências anteriores dos alunos com fenômenos envolvendo rotações, as quais de forma alguma limitam-se às situações normalmente abordadas dentro do ensino formal de 2º grau.

Tendo em vista estas questões desenvolveu-se uma pesquisa junto a alunos de 2º grau, de séries em que a cinemática de rotações não havia ainda sido formalmente tratada, pesquisa esta conduzida através de discussões que tinham como ponto de partida exemplos de fenômenos com rotações, alguns sugeridos pela pesquisadora e outros pelos próprios estudantes. Nossa preocupação naquele momento foi procurar identificar, a partir do discurso dos estudantes, elementos significativos para a descrição de rotações.

## Alguns resultados obtidos

### A) Velocidade

Uma das situações sugeridas para discussão foi a de duas moscas que pousam sobre um disco:

- “Uma pode dar mais voltas que a outra. Mais voltas não, *mais rápido*”

- “É assim, elas estão num lugar diferente, mas estão *andando do mesmo jeito*”

A análise de respostas como estas permitiu-nos verificar que o aluno se utiliza de duas velocidades, mesmo quando o movimento ocorre no plano.

Uma idéia de velocidade intrinsecamente dependente da distância ao eixo de rotação parece ser um conceito razoavelmente estabelecido, do qual o aluno se utiliza em suas explicações:

- “Mas tem a distância de um mosca até a outra, *no raio*. É a mesma coisa na roda de um carro. O pino da roda tá numa velocidade, agora, o nome do pneu, tá rodando bem mais rápido”

Mas existe também a concepção de um tipo de velocidade que é igual para todos os pontos, porque própria do objeto como um todo:

- “Elas estão paradas, mas elas *giram junto*”

- “É, a mosca não tá andando, *quem tá andando é o disco*”

A atribuição de uma velocidade que é intrínseca ao objeto já é um resultado estabelecido dentro da literatura em concepção espontânea (Saltiel e Malgrange, 1.980). Porém além de sua ocorrência propriamente dita foi também possível identificar, a partir do discurso dos estudantes, pelo menos três características para essa velocidade que é comum ao corpo como um todo.

Em primeiro lugar ela carrega uma idéia de rapidez, podendo ser constante ou variável no tempo. O aluno percebe também a possibilidade dessa velocidade carregar uma informação quanto a sentido.

Um terceiro ponto, ao qual gostaríamos de dar destaque, está ligado à variação do plano em que ocorre o movimento. O aluno percebe essa possibilidade e quando se propõe a falar sobre ela, é ao movimento do corpo como um todo que ele se apega.

Tome-se por exemplo, uma argumentação que compara o movimento de uma mosca que tenha pousado sobre um disco e sobre um pião que gira, onde estes elementos parecem estar presentes:

- “Ela não faz um movimento *reto* como no disco, à medida que o pião vai caindo ela vai junto, então não é a mesma coisa que o disco, ela *não roda sempre no mesmo plano*”

- “O movimento do pião não seria bem um movimento circular, seria mais *tipo espiral*. Então não dá para perceber qual o verdadeiro movimento do pião, porque *com o tempo ele não tem o mesmo movimento*”

## B) Eixo

No discurso dos alunos, o “girar” aparece com frequência associado a um “em torno de alguma coisa”; pudemos identificar que esta “alguma coisa”, eventualmente chamada de eixo, carrega consigo vários significados, alguns dos quais comentaremos em seguida.

Os estudantes apresentam uma forte idéia de simetria:

- “Eu imagino o eixo ser uma coisa, *o meio de tudo*”

Eixo pode aparecer assumindo o papel de um elemento característico dessa simetria, do qual o aluno se vale como um referencial para identificar posições e velocidades. Essa idéia pode estar fortemente associada a algo material:

- “A Terra é diferente. O pião por exemplo, a ponta do pião serve como apoio para o movimento do pião; a Terra é diferente, não tem assim a bola e *um eixo que fica segurando* prá ela rodar, ela *gira sozinha*”

Já o exemplo a seguir mostra um caso em que o aluno é capaz de pensar o movimento das moscas independentemente do elemento material em torno do qual o disco gira:

- “... o eixo não tem nada a ver com as moscas, no caso o eixo tem a ver com o disco e não com as moscas e o movimento delas ... não vai ter problema se o eixo tá parado ou tá rodando junto”

Eixos, materiais ou formais, podem ser vistos de referenciais diferentes. Tomem-se, por exemplo, as considerações que os estudantes são capazes de fazer a propósito do movimento da roda de uma bicicleta que faz uma curva:

- “A roda vai girar numa diagonal. *O eixo da roda vai continuar sendo reto do mesmo jeito*, não vai sair do lugar nem nada ...”

- “*Em relação ao solo*, o eixo tá reto, quando você fez uma inclinação, ele também *mexeu*, ele vai *entortar*”

Pudemos constatar que o aluno identifica a variação do movimento no espaço. Na tentativa de descrever essa variação nem sempre a palavra “eixo” é empregada; entretanto, há também a idéia de que o corpo caindo, o eixo vai junto:

- “É, só que *o eixo vai girar junto com o pião*, o disco não, só o disco vai girar”

E finalmente, em alguns casos, pudemos perceber algo muito próximo de uma associação plano-eixo de rotação. Na explicação a seguir, ainda a respeito do movimento da bicicleta, pode-se identificar um exemplo dessa característica:

- “É claro que o eixo sai do lugar, ele também fica na diagonal”

## Algumas conclusões

Pudemos verificar que o aluno se utiliza de duas velocidades em suas tentativas de descrever fenômenos envolvendo rotações. Uma idéia de eixo também aparece como um dos recursos que ele emprega nestas descrições, com características que se apresentam ora mais distantes ora mais próximas da conceituação formal.

Quando o plano em que se dá o movimento não varia, o eixo, em sua concepção mais completa, parece não ser necessário para o aluno; essa necessidade começa a surgir quando ele percebe um deslocamento do corpo em relação a um referencial externo, ou seja, não apenas quando o objeto é tridimensional, mas o movimento também.

Ou seja, a idéia de eixo está associada a um fenômeno que ocorre no espaço; aliás, nossos resultados nos permitem concluir ser a idéia de tridimensionalidade uma forte característica do pensamento dos estudantes no que diz respeito ao conteúdo de rotações.

Na Escola, em geral, idéias como essas não são valorizadas.

Do ponto de vista das concepções espontâneas a idéia de eixo corresponde a um elemento do sistema que é solidário com a rotação, ainda não claramente caracterizada pelo plano em que os movimentos se realizam mas, quando o “plano” varia o eixo vai junto. Do ponto de vista formal, plano e eixo se definem solidariamente e o eixo localiza perfeitamente o plano no espaço estando assim, a idéia de eixo associada a um fenômeno que ocorre no espaço, servindo para dar conta da tridimensionalidade do movimento.

Por que então não aproveitar a concepção que o aluno já possui, tomando sua idéia de eixo como suporte físico para a atribuição de uma direção à velocidade angular? Por que não desenvolver a idéia de que um eixo é uma boa referência para um movimento de rotação que se realiza em três dimensões?

Se por um lado as concepções prévias dos alunos se mostram longe daquilo que é apresentado na Escola, contribuindo para que apareçam barreiras na compreensão do formalismo associado ao tratamento do conteúdo, por outro lado esse mesmo pensamento atribui ao eixo muitas das funções que ele cumpre como elemento em torno do qual as rotações se realizam e são descritas vetorialmente.

Tendo como modelo concepções construtivistas de aprendizagem, idéias dos alunos como as que aqui apresentamos, em vez de simplesmente desconsideradas poderiam, ao contrário, ser tomadas como ponto de partida de uma estratégia visando o ensino formal do conteúdo.

## Referências bibliográficas

Dion, S. M., *Vetor velocidade angular: um estudo de aspectos tridimensionais envolvidos em sua conceituação*; Dissertação de Mestrado. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Física, Faculdade de Educação, 1.992

## Painéis

- Jones, A. T., "Physics and bicycles", *Am. J. Phys.*, vol. 10, December, 1.942, pp. 332, 333
- Pacca, J. L. A. e Villani, A., *A metodologia de análise nas pesquisas sobre conceitos alternativos*. Publicações IFUSP/P-644, junho, 1987
- Lounis, A., "Considérations Historiques et Difficultés d'Elèves à Propos des Grandeurs Vectorielles", *B.U. P.*, 721, 1.990, pp. 205-219
- Saltiel, E. e Malgrange J. L., "Spontaneous Ways of reasoning in elementary kinematics", *Eur. J. Phys.*, 1 (1.980), pp. 73-80
- Viennot, L., *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Paris, Hermann, 1.979

## 9. Descrevendo Objetos: Desenvolvimento de um Software - Silva, A.F.B.; Silva A.F.B.da.

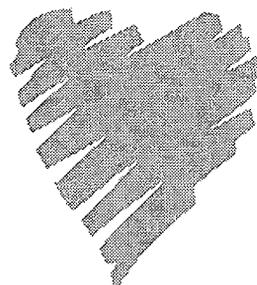
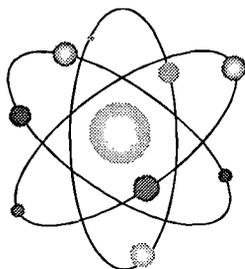
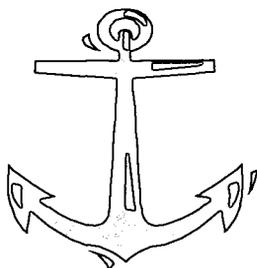
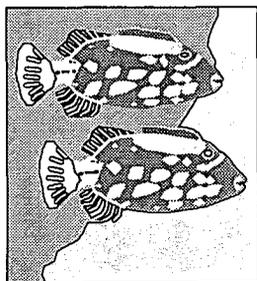


Fig.1 - Figuras utilizadas no programa

O Presente trabalho tem por objetivo informatizar a coleta e o tratamento de dados de uma pesquisa sobre o conceito de vida. A mesma foi baseada em uma outra, elaborada também, pelo grupo coordenado pela Dr.<sup>a</sup> Maria Cristina Dal Pian Nobre, que era realizada apresentando-se figuras às crianças (7 a 15 anos) e pedindo-lhes para classificar os objetos segundo determinados parâmetros, esta pesquisa tinha por objetivo verificar os padrões de classificação de objetos gerados a partir da avaliação de quatro parâmetros: a reprodução, a alimentação, o crescimento e a respiração.

Nesta primeira pesquisa foi verificado uma dificuldade na classificação de alguns objetos, o que nos levou a sugerir três grupos distintos, embora relacionados (ver trabalho de Germano, Oliveira, Silva e Dal Pian "O efeito protótipo no estudo do conceito de vida", XI SNEF). Os grupos foram definidos como: **organismo**, **objeto** e **cenário**. Diante de tal circunstância, decidiu-se, então, elaborar uma outra pesquisa, tendo esta, agora, como parâmetros: organismo, objeto e cenário; supondo que as crianças tivessem uma maior facilidade em classificar as figuras, a elas mostradas, entre estes três grupos.

Com base no apresentado acima, este programa procurará facilitar o desenvolvimento da pesquisa, através da coleta de dados, bem como apresentações de gráficos e tabelas comparativos, além de armazenar os dados em arquivos, para futuras análises.

O nosso trabalho exemplifica o novo procedimento proposto. O programa consiste em apresentar figuras (no caso exemplificamos com peixe, âncora, átomo e coração, ver **fig. 1**) às crianças e questioná-las quanto a classificação daquelas nos três grupos anteriormente mencionados, bem como obter das crianças uma descrição de cada objeto em termo das seguintes características:

- o que é
- o que tem
- do que é feito
- do que é capaz
- o que posso fazer

## Painéis

O programa organiza um gráfico (ver na **fig. 2**) que registra, para cada figura, o número de respostas por tipo (objeto, organismo, cenário). O programa constrói uma tabela (ver na **fig. 3**) com o registro das características citadas para cada objeto. Pretendemos ainda, implementar o programa de modo a tratar quantitativamente da tabela e acrescentar um “Help” que auxilie o professor na discussão das respostas dos alunos em sala de aula.

A seguir, mostra-se um exemplo de gráfico apresentado no programa.

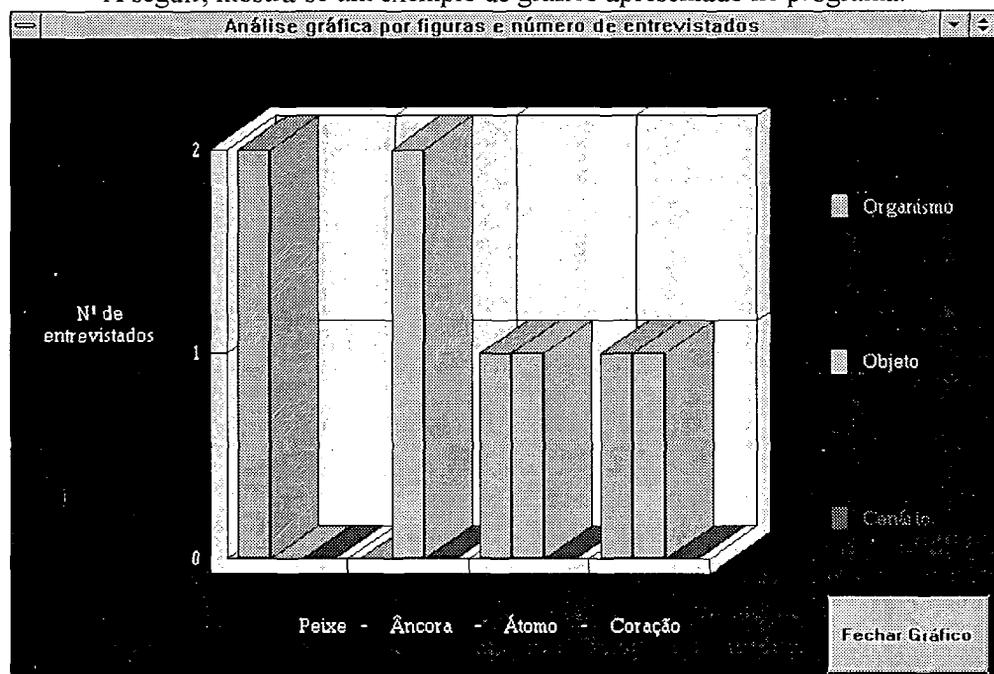


Fig. 2 - Gráfico

Tabela utilizada no programa.

| Nº 1   | Classificação | Que é... | Que tem... | Que é feito de... | ↑ |
|--------|---------------|----------|------------|-------------------|---|
| Peixe  | organismo     | bonito   | escama     | carne             |   |
| Âncora | objeto        | pesado   | ferrugem   | ferro             |   |
| Átomo  | organismo     | veloz    | elétrons   | núcleo            | ↓ |

Fig. 3 - Tabela

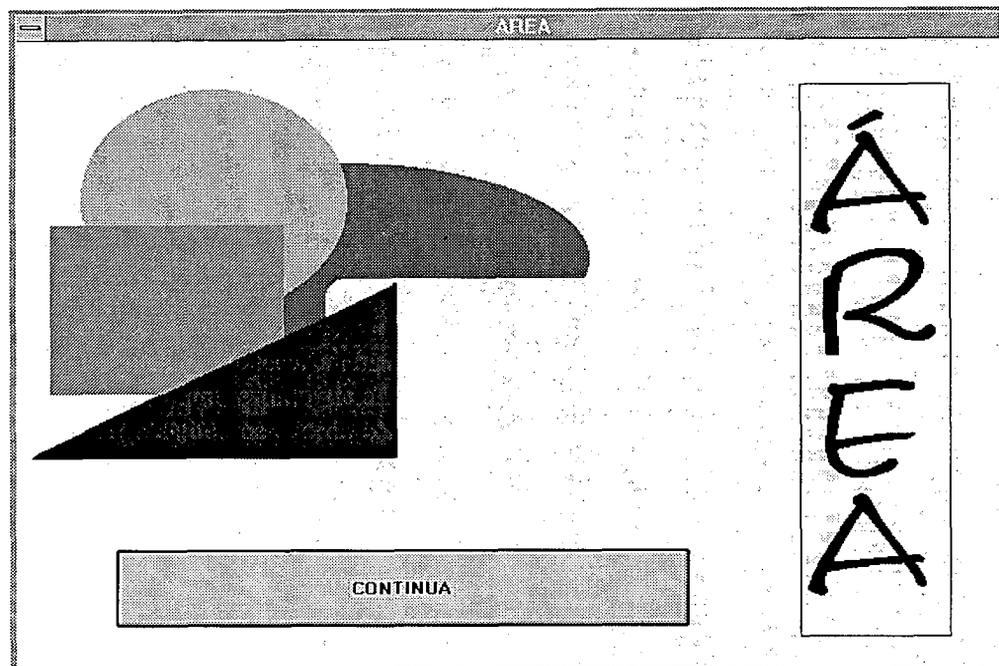
(CNPq, PADCT/CAPES/UFRN)

**10.Comparando Áreas de Figuras Geométricas: Desenvolvimento de um Software - Nunes-Filho, G.L.**

Instrumentos de pesquisa para investigar o conceito de área nas crianças normalmente fazem uso de desenhos ou recortes de figuras geométricas que servem de estímulo para a comparação de áreas. Neste trabalho procuramos desenvolver um software que permita à criança analisar figuras e, nesse processo, comparar áreas. Pretendemos que esse software se constitua em instrumento alternativo para estudos sobre conservação, numa perspectiva mais interativa do que aquela apresentada nos questionários tradicionais.

Antes de começar a ensinar as crianças os conceitos a serem aprendidos, faz-se necessário um estudo detalhado sobre a forma de pensar destas, bem como direcionar o estudo de acordo com os resultados obtidos. Este trabalho faz com que a criança se interesse nas atividades de comparação de áreas e posterior análise. O fato de não utilizar-se de recortes e colagens facilita na compreensão, acelera o desenvolvimento e não requer tantos preparos quanto ao uso. Isso porque o programa é bastante explicativo.

O programa contém procedimentos claros e determinados, de forma que em não se obedecendo às regras pré-definidas o trabalho não será concluído. Isto porque o mesmo foi elaborado com base em usuários específicos(crianças).



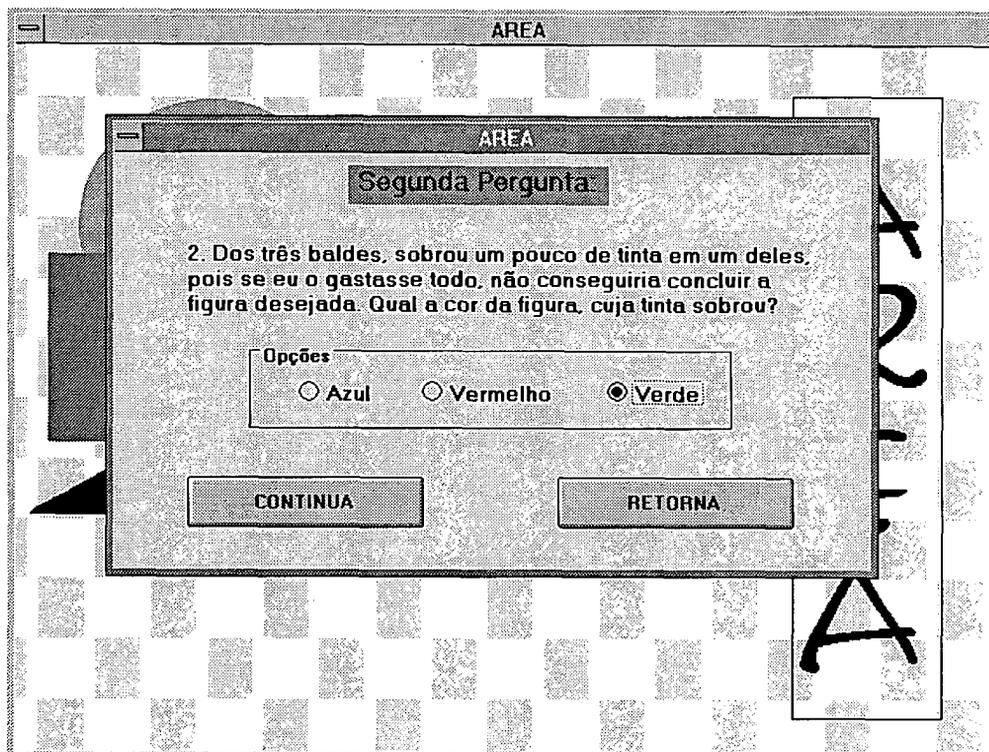
## Painéis

A inicialização do programa é feita com figuras geométricas diversas acompanhadas do tema a ser abordado no decorrer do mesmo que é sobre o conceito de área. Em se prosseguindo com o software, o computador solicita o nome da criança e pede continuação. Isto foi feito para que o programa chamasse o usuário pelo nome posteriormente.

O trabalho segue com a apresentação de figuras retangulares seguidas de comentários falando sobre a utilização de mesma quantidade de tinta (cor) para preenchê-las por completo. Ao término desta seção é feita a segunda pergunta, só que desta vez para análise docente. É questionado às crianças se para todas as figuras colocadas foi gasta a mesma quantidade de tinta, em outras palavras, se as figuras possuem a mesma área.

A resposta da segunda pergunta é registrada e o programa continua com a apresentação de mais três figuras: um círculo, um setor circular e um quadrado.

A terceira pergunta dirigida afirma, inicialmente, que das três figuras, duas delas possuem a mesma área e a outra possui uma área menor pelo fato de ter sobrado um pouco de tinta num dos baldes. É evidente, pois ao olhar para as figuras não se percebe visual diferença, mas sabe-se que figuras circulares (por serem funções de  $\pi$ ) no máximo se aproximam de figuras com formatos retangulares. O terceiro questionamento é sobre a cor da figura que não foi gasta totalmente (a cor do quadrado).



Dando continuidade, depois de registro das respostas, o software mostra as soluções dadas pelo usuário em questão e pergunta se quer confirmar ou corrigir.

Em se escolhendo confirmar, o computador agradece a colaboração da criança (chamando-a pelo nome) e pergunta se abandona ou se reinicializa os trabalhos.



Todo momento no software é acompanhado de botões de progressão e de regressão, de forma a ajudar no seu entendimento da melhor forma possível. O programa dá condições de navegação plena entre os quadros apresentados para ser útil no caso de engano ou dúvida.

Menus para análise dos resultados na mesma hora e para a escolha de utilização da parte de entrada ou saída dos dados estão sendo modificados constantemente na intenção de melhorar a utilidade do software em questão.

---

## 11.O Uso de Recursos Gráficos-Visuais no Ensino de Ciências - Bezerra, A.M.; Dal Pian, M.C.

---

O uso de recursos gráficos-visuais em livros textos tem aumentado nos últimos anos. Pouco se sabe, porém, sobre suas funções cognitivas e sobre o seu efeito real na aprendizagem. Neste trabalho, analisamos os tipos mais comuns de gráficos presentes em alguns livros de ciências de primeira a oitava série, em utilização em escolas de Natal-RN.

Classificamos os gráficos em três categorias:

- 1- Representações Gráficas;
- 2- Gráficos Lógicos;
- 3- Analogias Gráficas

Representações Gráficas têm uma semelhança física com o objeto ou conceito ao qual ele corresponde. O grau de semelhança que um quadro tem para com seu objeto de referência é definido pela quantidade de detalhe realista. As representações gráficas ocupam funções importantes em livros textos no nível elementar e secundário, em material introdutório para todos os níveis quando o objetivo é também fornecer uma plataforma de experiência comum entre os leitores ou leitura escolar.

Os Gráficos Lógicos não apresentam semelhanças com objetos, mas expressam relações lógicas que podem manter ou não referência a objetos. Os gráficos lógicos incluem diagramas, gráficos, mapas. São usados também no nível elementar, secundário e na maior parte dos textos científicos, uma vez que eles permitem a explicação de estruturas e relações complexas mais facilmente do que poderia ser realizado apenas com palavras. Podemos observar através dos livros pesquisados (de primeira a oitava série) que processos físicos, químicos ou biológicos, envolvendo transformações, regularidades e ciclos, são na maioria representados por gráficos lógicos.

As Analogias Gráficas parecem representações gráficas, na medida em que mostram objetos bem realísticos; mas elas se referem a algo que não o conteúdo que está demonstrado na ilustração. As analogias gráficas pretendem ajudar o leitor a interpretar novas informações pelo uso de experiências ou conhecimentos anteriores. Podem ser encontradas em muitos livros introdutórios de ciências para crianças e também para adultos. Contêm às vezes alguns elementos humorísticos ou de estímulo que os transformam em ilustrações atrativas. O seu uso tem crescido rapidamente na última década, não somente através de livros textos, como também por meio de filmes instrutivos e de lições científicas em programas populares de televisão.

Incorporando resultados de pesquisa em desenvolvimento de conceitos, propomos um procedimento de composição dessas três categorias de gráficos-visuais, apropriado à realização de diálogos pedagógicos. Exemplificamos o seu uso no módulo “Habitação” em elaboração junto ao projeto “Reorientação do Ensino de Ciências no RN” (UFRN/PADCT/CAPES).

Em seguida apresentamos as bibliografias dos livros pesquisados, juntamente com a tabela demonstrando o uso dos recursos gráficos-visuais nos livros de ciências da primeira a oitava série analisadas.

## BIBLIOGRAFIA

### 1- *Estudos Sociais, Ciências e Saúde*

Autores: Maria do Carmo Dantas

Maria Ines S. Villaça de Souza Barros

Série: 1ª - Editora do Brasil S/A

Número de páginas 103

2- ***Texto e Contexto - Ciências***

Autores: Yara Rocco Magalhães

Fatima Neves Sandrin

Série: 2ª - Editora do Brasil S/A

Número de páginas 168

3- ***A Criança e a Natureza - Ciências***

Autores: Demétrio Gowdak

Ronald O. Staifel

Série: 3ª - Editora FTD S/A

Número de páginas 112

4- ***Texto e Contexto - Ciências***

Autores: Yara Rocco Magalhães

Fatima Neves Sandrin

Série: 4ª - Editora do Brasil S/A

Número de páginas 155

5- ***Ciências - O Ambiente***

Autores: Antonio Lembo

Hélvio Moisés

Thais Santos

Série: 5ª - Editora Moderna

Número de páginas 135

6- ***Ciências - Os Seres Vivos***

Autores: Antonio Lembo

Hélvio Moisés

Thais Santos

Série: 6ª - Editora Moderna

Número de páginas 154

7- ***Ciências e Vida - Corpo Humano - Volume 3***

Autor: Emmanuel Cavalcanti de Oliveira

Série: 7ª - IBEP

Número de páginas 207

8- ***Física e Química***

Autor: Carlos Barros

Série: 8ª - Editora Ática

Número de páginas 176

Painéis

**Recursos Gráficos-Visuais pesquisados nos livros de Ciências da 1ª à 8ª Série do 1º Grau:**

*Número de Gráficos*

| GRÁFICOS                | S É R I E S |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                         | 1ª          | 2ª  | 3ª  | 4ª  | 5ª  | 6ª  | 7ª  | 8ª  |
| REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS | 163         | 388 | 265 | 270 | 257 | 270 | 92  | 256 |
| GRÁFICOS LÓGICOS        | 01          | 06  | 12  | 25  | 49  | 71  | 16  | 47  |
| ANALOGIAS GRÁFICAS      | 02          | 02  | 02  | 21  | 01  | 02  | 03  | 05  |
| TOTAL                   | 166         | 396 | 279 | 316 | 307 | 343 | 111 | 308 |

**SESSÃO C2: Experiências e Inovações no Ensino de Física II**

Coordenadora: Sonia Peduzzi

---

**1. Tópicos de Física em um Curso de Atualização para Prof. das Primeiras Séries. Loureiro, I.**

---

Relata-se neste trabalho a experiência em um curso de atualização, realizado em janeiro de 94, com professores do primeiro segmento do 1º grau, que tinham em média 15 anos de magistério, em uma escola bem tradicional cujos métodos utilizados baseavam-se na exposição verbal da matéria com ênfase na repetição de conceitos e memorização. Procurou-se, ao longo das 40 horas disponíveis, introduzir uma fundamentação teórica das bases do Construtivismo em Ciências, e realizar atividades que vivenciassem esta proposta, procurando capacitá-los na elaboração de aulas de Ciências dentro deste referencial. Os tópicos abordados, baseados numa perspectiva de fenômenos ligados no cotidiano, foram: Estados Físicos da Água, Pressão Atmosférica, Eletricidade e Magnetismo escolhidos em função de entrevistas prévias realizadas com os sujeitos envolvidos. Antes de iniciar o curso foi realizado um pré-teste diagnóstico que também detectou as concepções espontâneas do grupo e a partir das respostas dadas às questões desenvolveu-se os trabalhos com a escolha de textos e experimentos adequados na tentativa de promover uma mudança conceitual.

Apresenta-se, ao final, uma análise qualitativa dos resultados obtidos e algumas conclusões referentes a utilização da citada metodologia como subsídio para melhoria de capacitação de clientela consideradas "problemáticas" como a dos sujeitos envolvidos neste trabalho.

---

**2. Conjunto Experimental Destinado à Execução de Práticas de Rotação e Oscilação de Corpos Rígidos. Bonagamba, T.J.; Santoni, E.; Lasso, P.R.O.; Bretas, C.B.; Gentil, A.**

---

Neste trabalho apresentamos a construção e utilização de um conjunto experimental destinado à execução de práticas com corpos rígidos. Em particular, mostraremos sua aplicação em experimentos de conservação de momento angular e oscilações de corpo rígido.

Este conjunto experimental consta basicamente de dois instrumentos. Um já bem conhecido dos laboratórios de ensino de Física, denominado Roda de Maxwell, e outro, por nós desenvolvido, que consiste de um sistema de rolamentos que permite fazer girar corpos rígidos, com formato adequado, em frequências da ordem de 20 Hz, durante os intervalos de tempo necessários para adquirir os dados físicos relativos ao problema analisado (da ordem de dezenas de minutos). A medida da frequência de rotação dos corpos rígidos é feita utilizando-se um sistema de transmissão e detecção de luz infravermelha, a qual incide sobre um conjunto de marcas brancas e pretas existentes no objeto em estudo.

Trata-se de um conjunto compacto, que nos permite desenvolver várias práticas de corpos rígidos relacionados com conservação de momento angular e oscilações de corpo rígido.

---

### 3. Uma Proposta Curricular para o Ensino de Mecânica em Cursos de Licenciatura de Matemática e Biologia. Charbel, L. F.; Cruz, R. A.; Jr. Marega, E.

---

## I - INTRODUÇÃO

Tivemos como propósito desenvolver uma proposta curricular em mecânica para os cursos de licenciatura em Biologia e Matemática, da instituição de ensino F.E.F.I.A.R.A. (Federação das Faculdades Isoladas de Araraquara).

Visando um melhor aproveitamento do espaço de tempo do curso, nosso intento e objetivo maior foi o de desenvolver conceitos básicos da Física utilizando-se da mecânica para fazê-lo. No desenvolver de tais conceitos como: força, aceleração, massa, velocidade, referenciais, energia; tivemos a oportunidade de abordar os tópicos da cinemática e da dinâmica, sem nos preocuparmos em desenvolvê-los detalhadamente. Quanto ao conceito de energia tratamos de relacioná-lo com o princípio de conservação enfatizando a relevância deste em toda Física.

Cabe ressaltar que a metodologia utilizada para que tal proposta curricular fosse implantada, foi baseada nos moldes do "Construtivismo Piagetiano".

## II - METODOLOGIA

### II.1- Conteúdo:

A seguir apresentamos todo o conteúdo abordado para que os conceitos pudessem ser desenvolvidos.

Cada item será apresentado juntamente com seus sub-ítems para que o leitor possa ter uma idéia geral de todo o conteúdo tratado, pois cremos ser necessário, não apenas definir uma disposição didática do conteúdo, mas também os "degraus" a serem percorridos na "escada" do conhecimento.

#### \* Referencial - Origem

Grandeza Física; Unidade de medida; Padrão de medida (comprimento, tempo e massa); Posição em relação a um referencial; Variação da posição-Deslocamento.

#### \* Velocidade

Variação da posição em relação ao tempo (Velocidade); Equação horária do movimento retilíneo uniforme.

**\* Aceleração**

Aceleração escalar; Aceleração vetorial; Decompondo o vetor aceleração (aceleração centrípeta e aceleração tangencial).

**\* Força**

Equilíbrio (estático, dinâmico); Força resultante; Primeira lei de Newton; Tipos de forças (peso, normal e tração); Colocação de forças; Segunda lei de Newton (relação entre força e aceleração); Terceira lei de Newton; Peso (relação entre peso e massa).

**\* Energia**

Trabalho de uma força (Medida de energia); Trabalho motor, Trabalho resistente. Trabalho nulo; Energia mecânica (energia potencial -gravitacional, elástica - e energia cinética); Forças conservativas e forças dissipativas; Conservação de energia.

**II.2- Forma:**

Quanto a forma com que o conteúdo foi trabalhado, gostaríamos de ressaltar que toda a proposta foi direcionada para que estivesse dentro dos moldes do construtivismo piagetiano, embora, em alguns aspectos, que serão citados adiante, esse método não tenha sido o eixo central de nosso trabalho.

Para o desenvolvimento dos conceitos de *referencial-origem e velocidade*, foram desenvolvidas atividades que tinham como finalidade revelar as concepções espontâneas dos alunos. Na maioria das vezes essas atividades eram feitas em grupos. Listas de exercícios foram sugeridas no intuito de aplicar os conceitos, além de serem tomadas como instrumentos de avaliação.

O conceito de *aceleração*, foi desenvolvido de uma maneira mais tradicional no qual inclusive nos utilizamos de transparências, na intenção de tratá-lo com mais rapidez. Acreditamos ser importante ressaltar que o conceito de aceleração é a variação do vetor velocidade, para isso adentramos na cinemática do movimento circular, contudo não houve a preocupação em esgotar esse assunto.

Para os conceitos de *força e energia*, além das atividades fizemos uso de vídeos, que tinham também como finalidade, além de revelar as concepções espontâneas dos alunos, o auxílio ao professor no desenvolvimento dos conceitos científicos.

Dentro da metodologia por nós empregada, houve também a preocupação de se mostrar outras formas com as quais os conceitos poderiam ser ensinados, afinal são cursos de licenciatura, profissionais que futuramente lecionarão ciências para alunos do primeiro grau.

Em se tratando de uma proposta curricular alternativa, os instrumentos de avaliação que fizemos uso durante os cursos, também tiveram que transcender ao tradicionalismo do uso exclusivo das provas. Houve uma avaliação contínua, pois em todas as aulas haviam atividades para serem desenvolvidas, estas com níveis de

dificuldades variáveis, que além de auxiliarem no desenvolvimento do aprendizado, serviam para que fossem observados a participação e o interesse dos alunos. A resolução de listas de exercícios, foram sugeridas em grupos, bem como questionários relacionados a textos sobre física do cotidiano, que foram úteis para serem reveladas as concepções espontâneas dos alunos. As provas também foram aplicadas, sendo estas no número de duas, pois esta é uma exigência da instituição.

### III - AVALIAÇÃO

Antes de avaliarmos o sucesso ou o fracasso dessa proposta, gostaríamos de relembrar de que a referida proposta foi implantada numa faculdade particular noturna na qual, é importante ressaltar que os alunos dispõem de pouco tempo para desenvolverem seus estudos extra sala de aula, fator indispensável para que os novos conceitos adquiridos sejam assimilados.

Ao longo do trabalho pudemos notar que essa proposta de darmos ênfase aos conceitos físicos, não poderia ser desvinculada da realidade do aluno, ou seja, de sua disponibilidade. Quando se dá ênfase aos conceitos é necessário que, primeiro: se levante as concepções espontâneas do aluno; segundo: que eles possam perceber onde estão suas falhas na compreensão dos conceitos e por último: a fundamentação dos conceitos científicos. E em tudo isso o fator tempo é imprescindível !

Uma vez levantados os parâmetros com os quais nosso trabalho esteve relacionado, cabe-nos agora avaliarmos o que a proposta nos oferece.

A idéia principal que nos levou a darmos ênfase aos conceitos, é que dessa maneira poderíamos trabalhar de uma forma mais maleável com o conteúdo sem nos preocuparmos em ministrar todos os assuntos fixados em currículos tradicionais, que ao nosso entender não seriam de todo útil para esses cursos. Talvez, através de uma ilustração fique mais claro ao leitor essa nossa posição. Tomemos como exemplo o conceito de velocidade. Cremos não ser necessário ter-se que ministrar toda a cinemática do movimento uniforme para que tal conceito seja compreendido e aplicado. Tomemos um outro exemplo, o conceito de aceleração. Como já foi dito anteriormente, demos ênfase ao conceito de que a aceleração é a variação do vetor velocidade num intervalo de tempo. Para isso nós, ao invés de desenvolvermos toda a cinemática do movimento circular, simplesmente nos utilizamos dela o suficiente para que houvesse a compreensão de tal conceito. Parece que existe uma idéia pré-concebida de que só existe uma forma padrão de se ensinar mecânica, no tocante ao conteúdo e sua disposição didática! Entretanto seria injusto de nossa parte não ressaltar o trabalho do G.R.E.F., em seu livro Física 1 - Mecânica, no qual eles nos apresentam uma forma de abordagem desse assunto, fazendo com que a "história da mecânica" seja contada através de um dos princípios básicos da Física a conservação do momento. Uma abordagem extremamente interessante

Gostaríamos de comentar um fato que ocorreu ao longo dos cursos, e faremos um comentário de porque, no nosso entender, isso ocorreu. Um mês e meio

aproximadamente, após o início do curso quando as primeiras listas e provas passaram ser requeridas por nós, alguns alunos começaram a nos cobrar que os exercícios fossem sempre corrigidos em classe, e que houvessem mais aulas de quadro negro. Por certo que implantar um curso alternativo no terceiro grau não era a tarefa das mais fáceis ainda mais com esse interesse todo por parte dos alunos. Entendemos que essa tendência dos alunos nos conduzirem de volta ao ensino tradicional, está ligado ao fato de que eles vêm desse ensino de um longo tempo sendo este extremamente cômodo, e como em toda mudança deve haver uma certa disposição, nesse nosso caso não haveria de ser diferente, preferindo eles o cômodo. A maneira de resolvermos essa questão foi mesclar os métodos, o construtivo e o expositivo.

Existe uma idéia fortemente enraizada de que a formação de um profissional deva ser o mais universal possível, entenda-se, universal como ter a maior quantidade de conhecimentos possíveis, talvez seja até melhor dizermos: informações possíveis. Entretanto é mais do que claro que tal formação, quando obtém sucesso, é desperdiçada uma vez que o mercado e até mesmo a sociedade em geral, têm exigido um profissional cada vez mais especializado. Ora, temos aqui, uma grande incoerência, podemos até mesmo dizer, uma incongruência entre a formação e a profissionalização. Será que não é tão necessário assim buscar essa congruência? Por que não assumimos que somos especialistas e partimos para um ensino mais prático e funcional ?

#### IV - CONCLUSÃO

É evidente que não temos a pretensão de corrigirmos essa incongruência com nossa proposta, no entanto deixamos para que o caro leitor medite sobre o seguinte: Essa proposta nasceu do simples fato de realmente não nos preocuparmos em cumprir currículos exaustivos.

#### V - REFERÊNCIAS

##### *Livros:*

- \*B.Alvarenga, A. Máximo; Curso de Física 1
- \*Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (G.R.E.F.); Física 1 - Mecânica.
- \* Halliday, Resnik; Fundamentos da Física

##### *Revistas & Artigos:*

- \*Caderno Catarinense de Ensino de Física:
  - S. S. Peduzzi, L.O.Queirós Peduzzi; "Leis de Newton: Uma forma de ensiná-las".
  - J.Zanetic; "Dos princípios da mecânica aos princípios de Newton"
- \*Textos-Pesquisa para o Ensino de Ciências
  - D. da Silva; "O Ensino Construtivista da Velocidade Angular".

---

4. **Desenvolvimento do Curso de Física II Ministrado para Alunos do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas-USP São Carlos.** Charbel, L.F.; Cruz, R.A.; Redondo, D.M.; Jr. Marega, E.

---

## RESUMO

Neste trabalho faremos um relato da forma com que o conteúdo de Física II do curso de Licenciatura em Ciências Exatas foi abordada. A filosofia que vem norteando o curso de licenciatura em Ciências Exatas desde sua implantação no início de 1993 é dar ao futuro professor um enfoque grande no desenvolvimento da experimentação. Dentro desse espírito inicial desenvolvemos o curso de Física II, ministrado no ano de 1994 com uma carga horária semanal de quatro horas contínuas, dividindo-se 50% do tempo para exposição formal do conteúdo e o restante em atividades práticas. Já durante a aula expositiva, seu conteúdo é direcionado ao entendimento do fenômeno físico que será apresentado durante a aula prática, representativa do conteúdo abordado. Observou-se que tanto o rendimento, quanto o interesse dos alunos é maior nesta forma de divisão do tempo, considerando que o curso é noturno e que a maioria dos alunos vem de um dia inteiro de trabalho.

## I - INTRODUÇÃO

A filosofia geral que vem norteando a estruturação dos cursos de licenciatura em Física em todo o país tem sido a da especialização do docente. De maneira geral o professor secundário de Física é o bacharel em Física a quem se forneceu alguma formação pedagógica. A mesma estrutura e orientação vigoram em quase todas as outras modalidades de licenciatura. Torna-se necessária uma experiência num modo alternativo de formação do professor secundário, que permita um ensino mais voltado para a realidade científica e cultural dos dias de hoje, quando se dá ênfase ao conhecimento interdisciplinar. Como está atualmente, a licenciatura é incapaz de formar um profissional que tenha conhecimentos suficientes para lecionar outra disciplina no curso secundário, além de sua especialidade. Em geral, o professor de Física não tem formação em Biologia, e sua formação em Química muitas vezes é fraca, para não dizer nula. Não se pode esperar desse docente um ensino integrado no conhecimento científico. Não é objetivo do ensino de 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> graus formar especialistas em Física, Química ou Matemática. Mas é desejável que os egressos destes níveis de ensino tenham formação cultural ampla, que os capacite para a vida numa sociedade moderna, na qual as Ciências ocupam apenas uma parte. Uma outra solução extrema seria dar a um bacharel em pedagogia alguma formação científica, que também não é aceitável, por não conseguir a necessária profundidade científica, apesar da boa formação pedagógica que se pode assim conseguir.

Esta implantação desde o início de 1993 o curso de Licenciatura em Ciências no campus de São Carlos, que tem na sua proposta inicial e inovadora uma

formulação alternativa, intermediária, que propõe-se a formar docentes para o ensino de 1º e 2º graus com uma formação adequada para lecionar qualquer uma das disciplinas de Matemática, Física e Química para o 2º grau, bem como a de Ciências Físicas e Biológicas para o 1º grau, ministrando um ensino moderno, experimental e integrado das Ciências.

## II - CONTEÚDO

O objetivo principal de um curso de Física aplicado à licenciatura, não é apenas a transmissão de conhecimento por parte do professor ao aluno através de aulas expositivas, mas sim, dar a ele a percepção de entender o fenômeno, através de situações do dia-a-dia e de experimentos simples, para que possa transmiti-los a seus alunos.

O curso de Física II é um curso anual de quatro horas semanais consecutivas, oferecido à alunos do segundo ano (para maiores detalhes sobre a estrutura curricular do curso de Licenciatura em Ciências Exatas ver referência 1).

O conteúdo de Física está sub-dividido da seguinte forma:

- i) Elasticidade
- ii) Fluidos
- iii) Gravitação
- iv) Eletrostática
- v) Circuitos Elétricos
- vi) Magnetismo
- vii) Eletrodinâmica

O conteúdo referente à mecânica de um ponto material é introduzido ao aluno no 10 ano no curso de Física I.

Na distribuição do conteúdo acima, 35% do tempo é trabalhado com os itens de i a iii, enquanto que os 65% restantes, são abordados os itens de iv a vii. A razão desta divisão vem do fato que o ensino de eletricidade e magnetismo no curso secundário fica restrito quase que sempre ao último ano, e na maioria das vezes menos que a metade do conteúdo proposto pelo programa é cumprido. Uma das causas aparentes é a má estruturação da carga horária, que privilegia mecânica em detrimento a outros tópicos. Porém outro fator importante é a falta de preparo dos professores nestes tópicos (eletricidade e magnetismo), grande parte destes, licenciados em matemática que ministram aulas de Física.

## III - METODOLOGIA

O curso proposto por nós é sub-dividido em aulas teórico-demonstrativas e atividades práticas. As aulas teórico-demonstrativas são apresentadas de forma expositiva sobre o tema abordado, podendo conter ainda uma ou mais demonstração dos princípios Físicos em estudo. As aulas práticas (50% do tempo disponível) são

## Painéis

ministradas de forma a representarem um complemento da apresentação prévia. Esta sequência adotada faz com que uma aula de quatro horas semanais seguidas não se torne cansativa ao aluno.

As atividades (lista de exercícios e análise de resultados experimentais) são feitas na própria sala de aula, isto para que o aluno leve o mínimo trabalho para casa. Os resultados obtidos também são discutidos em sala de aula.

A avaliação do desempenho dos alunos foi feita através de provas discursivas, trabalhos realizados em sala de aula e relatórios das atividades práticas. A própria concepção com as provas foram elaboradas, dá a oportunidade ao aluno de um estudo e entendimento do conteúdo, ao invés de uma mera cobrança de conhecimentos.

## IV - AVALIAÇÃO

O objetivo principal da proposta do curso foi o de tornar agradável ao aluno de um curso noturno, a aprendizagem dos conceitos Físicos dos tópicos abordados. Uma dos principais problemas encontrados pelos alunos de um curso de Física noturno é a falta de tempo que estes possuem extra sala de aula, vital para a fixação das idéias introduzidas. A cobrança sistemática em sala de aula de atividades (teórico-experimentais) mostrou-se uma solução bastante viável, mesmo não sendo a ideal, para o contorno deste problema. O desempenho final dos alunos foi bastante razoável, reduzindo drasticamente o número de reprovações que um sistema tradicional de provas proporcionaria.

## V - CONCLUSÕES

A proposta acima reportada foi implantada no ano de 1994, portanto pela primeira vez para os alunos do curso de licenciatura em Ciências Exatas. Esta mostrou-se bastante promissora e deverá ser melhorada principalmente nos mecanismos de estudo e avaliação em sala de aula, melhorando assim a relação entre conteúdo/assimilação.

## VI - REFERÊNCIAS

1 - A.C.M. Barreiro, Rev. Bras. de Ens. de Física, 14,3(1992)125.

---

**5. Curso de Aperfeiçoamento em Física Aplicado a Professores da Rede Pública da Região de S. Carlos.** Jr. Marega, E.; Redondo, D.M.; Schiel, D.

---

## RESUMO

Foi realizado no período de janeiro de 1993 a dezembro de 1994 um curso de aperfeiçoamento para professores de Física da rede pública da região de São Carlos e cidades vizinhas, perfazendo um total de 360 horas.

O curso foi dividido em módulos, que por sua vez foi desenvolvido na forma intensiva em São Carlos (CDCC) e durante o período letivo juntos com os alunos nas escolas de origem dos professores.

O conteúdo abordado foi sub-divido em : Mecânica, Termologia, Termodinâmica, óptica geométrica e óptica física. O enfoque principal foi o desenvolvimento da experimentação, baseado no desenvolvimento de kits com os quais o professor poderia abordar o conteúdo relacionado em estudo na sala de aula, constituindo uma segunda fase.

Relatos feitos pelos professores comprovam além do aumento de seu campo de conhecimento, o interesse demonstrado pelos alunos em aulas teórico-demonstrativas.

## I - INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas da educação nos ciclos primário e secundário no Brasil de hoje é a falta de reciclagem dos professores. Um professor que leciona Física no ciclo secundário, por exemplo, inicia sua carreira após o término do curso superior, passa trinta anos ensinando o mesmo conteúdo sem a oportunidade de realizar cursos de atualização, não só em conteúdo, mas em novas metodologias de ensino, e ou, outros tópicos de ciências. O curso de reciclagem é benéfico tanto para o professor que tem uma nova motivação, quanto para a qualidade de seu ensino.

O ideal seria que o professor secundário, e ou primário, tivesse um período disponível para a realização de cursos de aperfeiçoamento e especialização, ou mesmo um curso de pós-graduação. Isto é praticamente impossível devido à própria legislação educacional, bem como pelo calendário escolar.

Foi desenvolvido no período de jan/93 a dez/94 um curso de especialização em ensino de Física (360 horas), no qual tentou-se adequar o conteúdo proposto ao calendário escolar. Para tanto, as atividades foram sub-divididas em dois grupos: i) atividades de férias ii) atividades em aula junto com os alunos. O conteúdo abordado foi predominantemente experimental, e para tanto, um conjunto de material instrucional de baixo custo foi desenvolvido e entregue a cada participante.

## II - CONTEÚDO

O conteúdo do curso foi centrado predominantemente nos seguintes tópicos:

- i) Mecânica
- ii) Eletricidade e Magnetismo
- iii) Termologia e Calorimetria
- iv) Óptica Geométrica e Óptica Física
- v) Tópicos em Física Moderna.

A ênfase maior dada nos quatro primeiros itens não foi meramente no conteúdo, mas sim na abordagem experimental dos conceitos Físicos, auxiliada pelo material instrucional.

O objetivo do último item, tópicos em física moderna, foi o de dar ao professor subsídios à temas de Física constantemente divulgados pela mídia, tais como: buraco negro, super-nova, partículas sub-atômicas e outros.

## III - MATERIAL DIDÁTICO

A abordagem do conteúdo foi exclusivamente experimental, ou melhor dizendo, os conceitos Físicos relacionados com tópicos anteriormente descritos, foram trabalhados em kits, nos quais era possível a quantificação de medidas. Os kits desenvolvidos foram repassados aos professores, e sua aplicação com os alunos fazia parte das atividades do curso.

Basicamente foram desenvolvidos quatro kits relacionados com o conteúdo do item II. A descrição sucinta dos kits será publicada posteriormente. Foi dado ênfase também em conceitos Físicos relacionados no dia a dia.

## IV - CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Foi nítida a evolução individual que cada professor teve no decorrer do curso, observada principalmente no último módulo deste. As atividades experimentais foram feitas e relatadas de forma clara e coerente, a habilidade na realização de atividades práticas também ratifica as perspectivas a serem alcançadas pelo curso. O maior mérito que o curso proporcionou foi a criação de um grupo de professores, bastante coeso e aptos a desenvolverem e aplicarem novas metodologias no ensino de Física a nível secundário.

Uma das maneiras de manter o grupo em constante intercâmbio para troca de informações são reuniões periódicas (duas a cada ano), e a formação de uma rede computacional entre os professores e centrada na CDCC. A proposta de criação desta rede acarreta na aquisição de um suporte computacional mínimo (computador pessoal e um modem). Com a rede os professores poderiam trocar informações (resultados de atividades desenvolvidas, textos científicos), com uma periodicidade bem maior a um custo operacional pequeno.

## VI - AGRADECIMENTOS

O curso de aperfeiçoamento de professores foi inteiramente financiado pelo pela Fundação VITAE.

---

### 6. Experimentos de Física Contemporânea para Professores de Ciências. Cardoso, D. d'Assumpção

---

O conhecimento da Física dos professores de ciências do 1º grau é geralmente pequeno e limitado a tópicos de mecânica, calor e eletricidade. O curso de aperfeiçoamento "Elementos de Física para professores de Ciências", ministrado no Instituto de Física da Universidade de São Paulo em 1993-1994, salienta por isso, aspectos da Física Contemporânea. O curso foi planejado para aproveitar a infra estrutura e os laboratórios didáticos do IFUSP e constou de 6 módulos de 30 horas cada (total 180 h/aula).

1º) "Elementos de Física Nuclear e Raios Cósmicos" (E.W. Hamburger - IFUSP, M<sup>a</sup> Cristina Martins - IFUSP/UFBA, Ozimar S. Pereira - IFUSP), 2º) "Elementos de Termodinâmica" (Amélia Império Hamburger - IFUSP), 3º) "Elementos de Mecânica e Astronomia" (E.W. Hamburger - IFUSP, D. A. Cardoso - IFUSP, Ozimar S. Pereira - IFUSP), 4º) "Experimento de Física Clássica" (E.W. Hamburger, D. A. Cardoso), 5º) "Elementos de Eletricidade e Eletromagnetismo" (Alberto Gaspar - UNESP - Guaratinguetá), 6º) "Experimentos de Física Contemporânea para professores de Ciências" (E. W. Hamburger, D. A. Cardoso).

O último módulo foi baseado em experimentos do laboratório didático da disciplina, Estrutura da Matéria, realizados pelos alunos: Efeito Fotoelétrico - Determinação da carga fundamental e da razão  $e/m$  - Detetor de cintilação para raios gama - Emissão de raios X, fluorescência, e como demonstração foram realizadas : Difração de raios X e Difração de elétrons.

No 1º módulo os alunos realizaram experimentos da radioatividade com contador Geiger. Houve também uma palestra sobre a descoberta dos "Quark Top" por Ivone Freira Albuquerque.

Os alunos tiveram dificuldade para realizar experimentos, na compreensão dos princípios e do papel de cada aparelho e na manipulação dos instrumentos, mas aproveitaram o curso. Serão discutidos futuras melhorias da apresentação dos experimentos.

---

### 7. Atualização e Divulgação no Ensino de Física. Salém, S.; Santos, L.C. A. dos; Fugiwara, M.E.; Kawamura, M.R.

---

Vivemos este século o grande "boom" da ciência e da técnica, que avançam em ritmos cada vez mais acelerados, trazendo novos conhecimentos, processos e produtos, novas concepções de mundo e uma nova cultura, com os quais convivemos

cotidianamente. No entanto, a educação científica, e nessa, o ensino de Física, andam à margem desse processo, estando extremamente dissociados do mundo contemporâneo, da vida real. É necessário, é fundamental e, a nosso ver, responsabilidade da escola, a formação científica de todo cidadão. Para que essa formação ocorra de fato, seja significativa e emancipadora, o ensino de Física não pode prescindir de, paralelamente aos conceitos e princípios básicos, incluir os avanços da ciência e tecnologia, as novas fronteiras que a pesquisa científica constantemente ultrapassa, bem como os fenômenos e conceitos científicos ligados à realidade concreta do mundo em que vivemos.

Enfrentar esse quadro, com muitas adversidades, não é tarefa fácil. Mas uma condição necessária, embora não suficiente, é poder dispor de fontes de consulta, em linguagem acessível, que subsidiem o trabalho do professor para que possam, junto a seus alunos, fazer essa leitura do mundo. Entre as fontes disponíveis, encontra-se um farto material de divulgação científica, publicado em língua portuguesa, que pela sua natureza, acreditamos ter um potencial formativo, em contexto escolar. O primeiro passo que demos, então, foi localizar e selecionar esse material, e organizá-lo em um banco de dados. Esse banco conta, hoje, com cerca de 1000 títulos, entre artigos de revistas científicas e de divulgação (Ciência Hoje, Superinteressante, Globo Ciência, entre outras), notícias, entrevistas, livros ou pequenos textos, que abordam temas relacionados à Física e suas fronteiras. É possível, através de consultas a esse banco, encontrar referências das publicações catalogadas, quer seja por assunto, autor, título, palavras-chaves, tipo de material, fonte, ou outras informações que podem ser relevantes.

Apresentamos, nesse trabalho, a estrutura do banco de dados e algumas informações já sistematizadas sobre as publicações de divulgação. Discutimos, também, as perspectivas de utilização e inserção desse tipo de material no ensino de Física no segundo grau, em continuidade a esse projeto.

---

### 8. Usando Role Play no Ensino de Ciências. Peduzzi, S.S.

---

Este trabalho foi o resultado de um projeto de cooperação científica entre a Universidade Federal de Santa Catarina e o Roehampton Institute (Londres, Inglaterra). Seu principal objetivo foi planejar e avaliar uma estratégia de ensino para o ensino de Ciências. Embora a técnica escolhida, role play, não seja muito conhecida no Brasil, especialmente na área de ensino de Ciências, tem sido o tema de muitos artigos na Inglaterra. Os participantes ingleses do grupo que executou o projeto têm vasta experiência nela.

No Brasil, o role play foi desenvolvido numa escola pública de 2º grau, logo após o estudo da unidade trabalho e energia. Tratou especificamente com o tópico "Buraco na camada de ozônio", dentro de um assunto mais geral, energia e meio ambiente. O método forneceu a oportunidade para os estudantes relacionarem

aspectos de ciência, tecnologia e condições sociais, além de despertar a consciência dos estudantes para questões associadas com o tema.

Durante o desenvolvimento do role play, os estudantes envolveram-se ativamente em tomar decisões, comunicar suas idéias, discuti-las e explorar a situação como se nela estivessem envolvidos.

---

## 9. Uma Aplicação dos Estudos de Concepções Espontâneas em Óptica na Elaboração de Atividades Experimentais Significativas. Higa, I.; Moscati, G.

---

### INTRODUÇÃO

Inúmeras pesquisas nos indicam que os estudantes possuem determinadas concepções (espontâneas), mas a prática docente não tem considerado os resultados de tais pesquisas. Assim, após analisar alguns trabalhos nesta linha, propomos um roteiro com procedimentos para o ensino da óptica levando em consideração os estudos sobre as concepções espontâneas dos estudantes. Utilizamos atividades experimentais significativas<sup>1</sup>, para um ensino teórico prático, onde os obstáculos podem ser enfrentados, e posteriormente ultrapassados, levando os alunos a uma mudança de conceitos, tornando-os progressivamente mais coerentes e estruturados. Procuramos evitar procedimentos que poderiam contribuir para o surgimento de outras concepções alternativas. Nas atividades, propomos a utilização de um conjunto de materiais que permitem a montagem de instrumentos ópticos (simples), procurando fazer a conexão entre os conceitos formais e a vida cotidiana.

### A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Dentre os diversos trabalhos acerca das concepções espontâneas em óptica, selecionamos aqueles que contém levantamento das idéias prévias dos alunos. Procuramos extrair, de cada um, os conteúdos pesquisados, os problemas propostos, as concepções dos alunos e a proposta do autor.

Concentramos nossa atenção nos trabalhos que abordam os conteúdos envolvidos no estudo das lentes. Fizemos um apanhado geral das questões que evidenciam as concepções dos alunos, suas dificuldades e pré-concepções, além das deficiências do ensino em tal conteúdo. Das diversas conclusões retiradas dos artigos, aqui relatamos uma parte; alguns conceitos que envolvem o estudo das lentes, e outros conceitos essenciais para a compreensão e utilização das lentes.

### ALGUNS RESULTADOS DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

---

<sup>1</sup>Entendemos por atividades experimentais significativas aquelas utilizadas não somente para confirmar leis ou dados obtidos, mas atividades que propiciem discussões conceituais, favorecendo a aprendizagem de conceitos, abrindo caminho para uma mudança conceitual.

Nos trabalhos que abordam a parte de lentes, encontrou-se que os alunos em geral:

- a) não concebem que a luz se "propaga" do objeto para a lente, e após atravessá-la, se "propaga" até o anteparo, formando a imagem;
- b) consideram a emissão de luz preferencialmente em direção à lente, na horizontal, ou consideram somente os raios "notáveis";
- c) não consideram a refração na superfície das lentes. Os alunos consideram a refração como um conjunto de tópicos independentes, categorizados em grupos de acordo com aspectos superficiais<sup>2</sup>, usando regras para situações específicas. Visto que no estudo das lentes dificilmente se enfatiza a refração em suas superfícies, os alunos tomam seu estudo como tópico independente, governado por suas próprias leis;
- d) pensam que a função das lentes é apenas inverter e alterar o tamanho da imagem;
- e) não concebem a idéia de que cada pedaço da lente permite a formação de uma imagem inteira, ou seja, em cada região da lente passam raios proveniente de todas as partes do objeto de forma que cada pedaço da lente forma uma imagem inteira.

## AS ATIVIDADES PROPOSTAS

Tendo uma idéia geral das dificuldades dos alunos, suas préconcepções e as deficiências do ensino sobre lentes, procuramos elaborar algumas atividades para compor um módulo de ensino sobre óptica geométrica, abordando a parte de lentes a partir da refração na superfícies das lentes. Nesta elaboração levantamos :

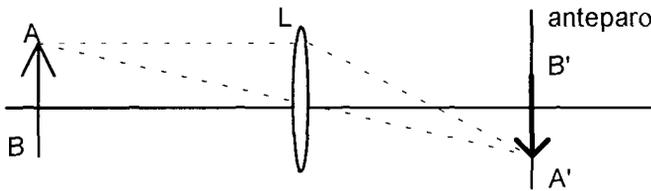
- a) as principais dificuldades;
- b) os conceitos essenciais que estão na origem de tais dificuldades;
- c) alguns procedimentos e/ou costumes usuais na abordagem de alguns conceitos, que podem levar a concepções alternativas.

## UM EXEMPLO

Uma questão bastante comum nas pesquisas foi a seguinte: Na montagem representada abaixo, se retirarmos a lente, o que se observará no anteparo?

---

<sup>2</sup>Singh, A. e Butler, P. H. Refraction: conceptions and knowledge structure. International Journal of Science Education, Vol. 12, no 4, 1990, pp. 429-442.



Das pesquisas, percebeu-se que os alunos não têm uma compreensão do papel da lente na formação da imagem. Diante da situação acima (que podia ser apresentada em montagem ou esquematizada em desenho), grande parte dos alunos responde que a imagem continuará a se formar no anteparo, não mais invertida, e sim, direita. Parece que neste caso, pensam que a lente serve somente para inverter imagens. Não há uma compreensão do trajeto da luz, que, partindo do objeto, sofre refrações nas superfícies das lentes, de forma que a luz proveniente de um mesmo ponto do objeto (ponto objeto) converge em um mesmo ponto no anteparo (ponto imagem). O conjunto dos pontos imagem forma a imagem do objeto. Na ausência da lente, não há concentração da luz, mas sim, superposição de raios de vindo das diversas partes do objeto, incidindo no anteparo.

Como sugere Kaminsk<sup>3</sup>, também tentamos propor atividades que permitam que se trace um "esquema experimental" que sirva de contrapeso ao esquema de construção tradicional. Neste caso, procuramos enfatizar o que ocorre no anteparo sem a lente, tentando levar o aluno a compreender melhor a função de cada elemento de um banco óptico.

Sabemos que uma atividade isolada, sendo apresentada à parte de um trabalho maior não têm muita validade. Assim, mais do que uma atividade, optamos por apresentar algumas sugestões que acreditamos serem mais úteis para se trabalhar a formação de imagens com lentes convergentes, tendo já explicitado a fundamentação para a elaboração da proposta.

## ALGUMAS SUGESTÕES

Materiais utilizados:

- objeto luminoso;
- lente convergente;
- superfície para projetar a imagem (superfície da mesa, parede, papel cartão ou transparente, etc).

Dispondo sobre um plano o objeto luminoso e a lente convergente, procurando projetar uma imagem nítida e invertida do objeto. É importante que se trabalhe a projeção de imagens em qualquer superfície antes de se trabalhar com o banco óptico

<sup>3</sup> Kaminsk, W. Conceptions des enfants (et des autres) sur la lumière. Bulletin de L'Union des Physiciens, n° 716, pp. 973-997.

## Painéis

propriamente dito, de forma a facilitar a conexão entre o aparato experimental e a realidade, e entre a realidade e o que se representa no papel.

A partir desta situação, pode-se explorar os diversos pontos essenciais do estudo das lentes, e as sugestões apresentadas a seguir visam enfrentar alguns problemas evidenciados pelos trabalhos citados:

- ao esquematizar a montagem no papel deve-se procurar fazer sempre a associação entre os elementos representados e a montagem real. Na representação dos raios de luz tentando determinar a posição da imagem no papel, utilizar sempre diversos raios partindo de um mesmo ponto do objeto, repetindo o procedimento para mais de um ponto do objeto, reforçando a emissão de luz em todas as direções e por todos os pontos do objeto. Para fins de simplicidade, na figura 1 abaixo representamos somente os pontos extremos do objeto, mas deve-se explicitar que todos os pontos do objeto estão emitindo luz, e não somente os representados.
- com a superposição dos quadros 1a e 1b, evidencia-se que raios de luz, partindo de um mesmo ponto do objeto, em direções diferentes, são refratados ao passar pela lente, convergindo em um mesmo ponto no anteparo, formando a imagem (figura 1c).

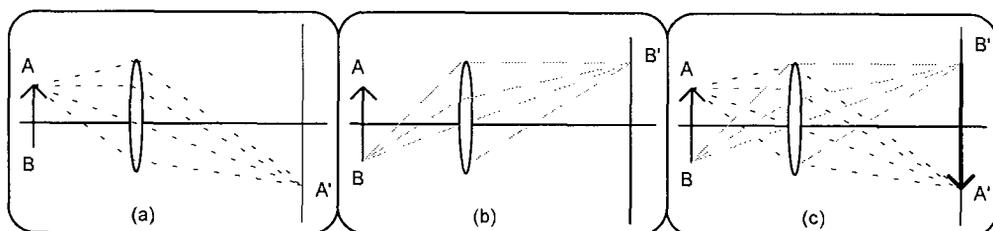


FIGURA 1: Quadros (1a) e (1b) representando raios de luz que partem dos pontos A e B respectivamente, do objeto, sendo refratados ao atravessar a lente, convergindo todos em A' e B'. No quadro (1c), superposição de (1a) e (1b), mostrando que os raios de luz provenientes de um mesmo ponto do objeto, convergem em um mesmo ponto sobre o anteparo, sendo que raios provenientes de cada parte do objeto convergirão em pontos diferentes no anteparo, dando origem à imagem real projetada.

- pode-se provocar uma discussão acerca do que poderia mudar no caso de se retirar a lente, criando condições para que os alunos se conscientizem de sua concepção ao efetuar a previsão;
- cobrindo o objeto, suprimir a lente da montagem, fazendo um esquema de interpretação, como no item anterior, mas sem a lente. Procurar fazer os esquemas em folhas transparentes (folhas de retroprojektor) utilizando a folha do desenho 1a sob a transparência para o quadro 2a, de forma que se represente os mesmos raios nos esquemas com e sem a lente; mostrando que, a luz que no caso anterior sofria refrações ao passar

através da lente, indo convergir em um mesmo ponto no anteparo, na ausência desta incide diretamente sobre o anteparo, e a luz vinda de diferentes pontos do objeto, incidem em diversos pontos no anteparo, havendo superposição da luz no anteparo.

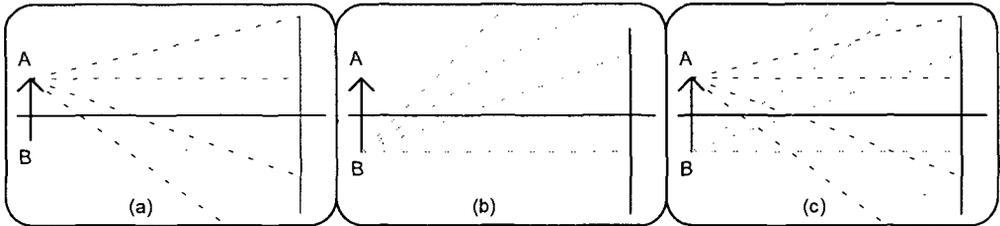


FIGURA 2: Quadros (2a) e (2b), representando raios de luz, partindo dos pontos A e B respectivamente, incidindo diretamente sobre o anteparo, sem a lente para desviá-los. No quadro (2c), observa-se a superposição de (2a) e (2b), dando origem à superposição de raios de luz sobre o anteparo, de forma que, na "confusão" de raios, não há concentração de luz, não ocorrendo a projeção da imagem.

- superpondo os quadros 2a e 2b, observa-se no anteparo uma superposição dos raios vindo de diferentes pontos do objeto (figura 2c). Discutir acerca da consequência da superposição/confusão dos raios no anteparo, questionando novamente: O que se vê no anteparo ao se retirar a lente da montagem? Descobrir o objeto, discutindo o que se observa no anteparo, relacionando com os esquemas interpretativos sem a presença da lente
- Retirar um a um os elementos da montagem, observando: O que acontece com a imagem? Continua se formando? Como? Você continua a vê-la? Cada vez que retirar os elementos, procurar fazer um esquema de construção dos raios.

Há ainda diversas situações possíveis de se explorar com esta simples situação de montagem com lentes convergentes:

- Pode-se cobrir a metade superior ou inferior, as bordas ou o centro da lente com cartões, explorando as condições de nitidez e luminosidade da imagem, além da participação de cada pedaço da lente na formação de uma imagem inteira do objeto (neste caso, o que pode mudar no anteparo é a luminosidade e nitidez da imagem, em função de uma menor incidência de luz, devido à obstrução de partes da lente com o cartão);
- Variando-se as distâncias objeto e imagem, pode-se explorar as condições de nitidez da imagem, o porquê de haver uma distância ideal para a obtenção de uma melhor imagem;

## CONCLUSÕES

Tendo explicitado apenas alguns parâmetros que norteiam nosso trabalho, e visto que ainda não se fez a análise da utilização e validade da proposta em sala de aula, colocamos aqui somente algumas observações.

No início do estudo das lentes, ao se utilizar os esquemas dos raios de luz para esquematizar o banco óptico, determinando posição e tamanho da imagem, procurar utilizar sempre diversos raios, em diversas direções, para enfatizar que cada ponto do objeto emite raios de luz em todas as direções, não havendo direção ou partes (por exemplo as extremidades do objeto) preferenciais, como se costuma desenhar. Deve-se enfatizar que, por motivos de simplificação, se utiliza somente os raios "notáveis", e que "estes são suficientes, mas não necessários para localizar a posição da imagem"<sup>4</sup>. É importante que se trabalhe a formação das imagens não só em planos horizontais, mas também verticais ou diagonais, enfatizando ainda mais a emissão de luz em todas as direções.

Grande parte das dificuldades dos alunos têm origem na não conexão entre os esquemas no papel e o aparato real, sendo que isto também pode levar a dificuldade de associar a realidade e suas representações. Daí a importância fazer sempre a associação entre a realidade e os esquemas representados no papel.

Sugere-se a ênfase nos fenômenos luminosos que ocorrem na passagem da luz pela lente, resultando na formação das imagens, além de ressaltar e identificar as funções da fonte de luz, do objeto, do anteparo, da lente, do meio de propagação e do olho do observador; sem esquecer que entre o olho e a percepção da imagem há complexos processos que ocorrem no cérebro. É importante enfatizar ainda que o estudo prévio da refração nas interfaces planas e esféricas é essencial para uma melhor compreensão das lentes.

Apesar das sugestões, sabemos que qualquer proposta de ensino experimental pode ser utilizada de diversas formas, com diversos objetivos. Assim, acreditamos que para que uma proposta seja válida, é importante que o professor tome conhecimento da fundamentação utilizada em sua elaboração, fazendo assim, uma utilização adequada da mesma.

---

<sup>4</sup> Goldberg, F. M., e McDermott, L. C. An investigation of student understanding of the real image formed by a converging lens or concave mirror. American Journal of Physics, Vol. 55, no. 2, february 1987, p. 112.

---

**10. Levantamento Bibliográfico de Base para um Curso Noturno de Licenciatura em Física com Abordagem Problematicadora.** Fernandes e Silva, C.M.L.; Barreto, C.L.; Ferreira Neto, J.; Jafelice, L.C.; Pernambuco, M.M.C.A. e Borba, G.L.

---

Para implementar o Curso Noturno de Licenciatura em Física na UFRN a partir do primeiro período letivo de 1995 vêm sendo tomadas providências de naturezas diversas. A principal delas diz respeito à preparação do currículo e programas das disciplinas norteada por uma abordagem problematicadora, cuja principal característica é a ênfase sobre a indissociabilidade entre conteúdo e método.

Uma ampla bibliografia tem se mostrado indispensável a esta implementação, abrangendo desde uma larga diversidade de livros-textos de 3º e 2º graus até artigos, notas e comunicações sobre os mais diversos tópicos, constantes de revistas periódicas específicas, tais como a *Revista de Ensino de Física*, da Sociedade Brasileira de Física, bem como periódicos de divulgação científica, por exemplo *Ciência Hoje*, da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, *Scientific American* e outros.

Neste painel apresentamos de forma classificada o levantamento inicial desta bibliografia. A classificação é baseada no critério seqüencial de abordagem planejada para as disciplinas básicas. Faz parte deste trabalho, também, a implantação de um arquivo documental de toda essa bibliografia, constituído de livros-textos adquiridos com recursos diversos e de fotocópias dos referidos artigos.

---

**11. A Conferência Eletrônica como Espaço de Ensino.** Dal Pian, M.C.; OLiveiros, M.C.; Diniz, C.H.G.; Torres, M.M.M.

---

## CONCEITOS IMPORTANTES:

### 1. O que é a Internet ?

É uma teia de âmbito mundial formada por redes universitárias, militares, comerciais e científicas interconectadas. Ela é uma *rede* de redes. A Internet é formada por pequenas redes locais (LANS - Local Area Networks), redes de abrangência urbana (MANS - Metropolitan Area Networks), e grandes redes remotas (WANs - Wide Area Network), que conectam computadores de instituições do mundo inteiro. Essas redes são conectadas por recursos que variam de linhas telefônicas de discagem comum até linhas privadas dedicadas e de alta velocidade, satélites, ligações por microondas e por fibra ótica. Por fazerem parte da Internet, todas essas redes estão ligadas. A Internet possui três ferramentas: o correio eletrônico, a conexão remota por login e a transferência de arquivo.

## 2. O que é um correio eletrônico ?

O correio eletrônico, também conhecido como email ou serviço de mensagens, é o serviço mais conhecido e utilizado na Internet. Com ele você pode escrever e enviar mensagem de texto para outro usuário ou para um grupo deles.

## 3. O que é o UUCP (UNIX-to-UNIX Copy Program)?

É um protocolo de comunicação que é usado basicamente como método de “diálogo” entre dois computadores através de uma linha telefônica.

## 4. O que é um Domínio ?

É o sistema mundial dos bancos de dados distribuídos de nomes e endereços. Os nomes são formados através de um sistema hierárquico de atribuição de nomes, que pode ser considerado um organograma de âmbito mundial. Na parte superior desse organograma, estão as especificações mais importantes, como EDU (educacional), GOV(governamental), MIL(militar), ORG (organizações), NET (redes), além dos códigos de país de duas letras (como BR para o Brasil, CH para Chile). O endereço tem duas representações, nome: *máquina.instituição.país* ou número: *xxx.xxx.xxx*. Cada pessoa é identificada por um endereço eletrônico: *usuário@instituição.país*.

## OBJETIVO:

Este projeto consiste em auxiliar os professores primários do interior do estado do Rio Grande do Norte, pois estes têm menos oportunidades de dispor de informações.

Pensando nisso, fizemos a implementação de um Sistema de Correio Eletrônico para ajudar esses professores, da seguinte forma:

Montamos duas bases, uma na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e a outras em um município do estado do Rio Grande do Norte, São Paulo do Potengi. Trabalhamos com este município em outras oportunidades, com o objetivo de elaborar módulos temáticos de ensino, como, por exemplo sobre Agricultura, Terremotos, Área e Água. A aplicação dos módulos requer que os professores de ciências informem os resultados de suas atividades em sala de aula, que sistematizam e ampliam os conhecimentos dos seus alunos.

Além disso, o professor pode também pedir informações sobre qualquer outro assunto de seu interesse e ele terá essa informação a seu alcance, pois ele tem a sua disposição todas as informações contidas na INTERNET, Rede Mundial de Comunicação, facilitando assim, o processo de aprendizagem do professor e consequentemente do aluno.

## **IMPLEMENTAÇÃO:**

Estamos utilizando na implementação desse Sistema de Correio Eletrônico, o pacote de comunicação FSUUCP, com protocolo de comunicação ZMODEM, juntamente com o software gerenciador de correspondência 'mails' Pegasus Mail(Pmail). Utilizamos ainda a Rede Nacional de Pacotes, serviço RENPAC 2028.

## **HARDWARE NECESSÁRIO:**

- Placa de Modem ou Fax-modem com velocidade de no mínimo 1200 BPS. Compatíveis com o padrão Hayes. Com possibilidade de configurar-se nas portas COM2, COM3, COM4 em interrupções padrão COM2 - COM4 → IRQ3 e COM3 → IRQ4.
- Cabo padrão RJ - 11, tipo telefônico. Com possibilidade de discagem por tom ou pulso.
- Computador IBM - PC 386 com 2 MB (mega-bytes) de memória.
- Monitor VGA monocromático.
- Unidades de discos 3 ½ (1.44MB) e 5 ¼ (1.2 MB).
- Uma linha telefônica.
- 10 MB livres em disco

## **SOFTWARE NECESSÁRIO:**

- FSUUCP: Versão 1.3 e Release 2.
- Pegasus Mail: Versão 3.2 e Release 1.
- Bitcom for DOS ou Windows.

## **FUNCIONAMENTO:**

Para enviar uma informação procede-se da seguinte forma: primeiro ligamos para RENPAC, que se conecta com a Estação SUN, existente na UFRN. A SUN por sua vez conecta-se com a INTERNET, daí utilizando-se o gerenciador de correspondência, o Pmail, enviamos a informação ou mensagem desejada, e quando o destinatário ligar seu micro acusará o recebimento de uma mensagem.

Para receber essa informação basta utilizar os comandos do Pmail e essas informações estarem a sua disposição.

## **DIFICULDADES:**

- Encontrar uma implementação do UUCP compatível com as características da RENPAC.
- Falta de bibliografia do UUCP.

## Painéis

- Dificuldade de utilização da RENPAC e de configurar a mesma.
- Dificuldade de configurar as estações SUN e UNIX.

## ESCOLHA DO FSUUCP:

Foi verificado que FSUUCP que é uma ramificação do UUCP é quem melhor atende os nossos objetivos.

### Vantagens:

- Permite a criação de Redes de Computadores via modem através de linhas discadas, permitindo assim que os usuários possam ler suas mails e criar seu próprio domínio.
- Possui uma melhor interface com o usuário.
- Possui um custo relativamente baixo.

### Desvantagem:

- Precisa da RENPAC para utilizá-lo, ficando preso a esse serviço.
- Não Permite login remoto.
- Não aceita transferência interativa de arquivos.

## DOMÍNIO DE SÃO PAULO DO POTENGI:

Um Exemplo: `chgd@potengi.ufrn.br`

**chgd:** login do usuário, identificação (abreviação) do nome do usuário.

**@:** símbolo que separa o usuário do endereço.

**potengi:** sub-domínio (máquina no domínio ufrn.br).

**ufrn:** sub-domínio (conjunto de máquinas do domínio UFRN)

**br:** máquinas do domínio Br.

## BIBLIOGRAFIA:

**MANUAL DO PEGASUS MAIL 3.12 - MANUAL DO SOFTWARE**  
**O MANUAL DA INTERNET - TRACY LAQUEY E JEANNE C. RYER**  
**MANUAL DA PLACA DE FAX-MODEM ZOLTRIX MODELO**  
**STANDARD - ZOLTRIX INC**  
**MANUAL DO FSUUCP VERSÃO 1.3 RELEASE V - FUBAR SYSTEMS**

## FINANCIAMENTO:

CAPES/ PADCT/ SPEC  
CNPq  
UFRN

## REFERÊNCIA:

Grupo de Estudos e Pesquisas em Cultura Científica e Produções do Conhecimento.

Núcleo de Educação Ciências e Tecnologia.

Departamento de Educação - CCSA - UFRN.

Campos Universitário - Lagoa Nova.

59072-970

fone/fax (084) 231-1174

Endereço Eletrônico: NTN.RECRN@NCC.UFRN.BR

---

### 12. Experimentos para Calcular a Força Magnética entre Dois Ímãs e Tornar a Física mais Interessante. Austrilino, L.

---

Analisando os livros-textos, geralmente utilizados no ensino de Física Básica, observamos que na maioria deles, teoria, solução de problemas e trabalho experimental são apresentados de forma dissociada. Visando reintegrar esses componentes básicos ao ensino de Física, propomos três experimentos. Neles utilizamos a força magnética de atração/repulsão para modificar o estado de movimento de um ímã. A força magnética foi calculada quando o ímã se encontrava nas seguintes situações: (1) no plano inclinado; (2) pendurado a uma corda; (3) preso a uma mola. A força magnética calculada foi comparada nos três casos e os resultados mostraram-se compatíveis entre si. Nos três casos utilizou-se o modelo de equilíbrio - gangorra de Galileu - para elaborar o diagrama de forças e para facilitar a compreensão da aplicação das condições de equilíbrio impostas para um corpo rígido. Esses experimentos contribuíram para uma maior reflexão sobre o tema, e ao mesmo tempo ajudou a relacionar elementos do mundo real e conceitos de Física.

---

### 13. A Eletricidade do Projeto Gref - Aprendizagem de uma Visão Globalizante. Hosoume, Y.; Carlo S. del

---

A proposta de ensino de Eletromagnetismo para o 2º grau, elaborada pelo GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - começa com a eletrodinâmica utilizando-a para análise dos sistemas resistivos; passa pelo eletromagnetismo com o objetivo de explicar os motores e geradores e chega em propagação de ondas para explicar os meios de comunicação e informação(\*\*). Coerentemente com os

## Painéis

referenciais teóricos do grupo, a proposta procura apresentar a Física como um instrumento de compreensão das coisas do mundo vivencial. Esta proposta vem sendo aplicada por centenas de professores da rede estadual de ensino do estado de São Paulo há aproximadamente 8 anos.

Este trabalho de pesquisa trata de investigar se alguns dos elementos que caracterizam essa proposta de ensino estão presentes na aprendizagem dos alunos. Iniciamos essa investigação utilizando as questões elaboradas para as pesquisas em conceitos espontâneos/alternativos. Essa estratégia de tomada de dados, baseou-se na escolha de um instrumento que, de alguma forma, fosse externo ao grupo.

Numa análise preliminar das respostas de três grupos diferentes de estudantes do 2º grau: da 1ª série, da 3ª de um curso "tradicional e da 3ª série cujo professor aplica a proposta GREF, encontramos alguns resultados bastante significativos. Um deles é aquele que indica que os estudantes da 3ª série "tradicional" têm uma visão mais restrita, em relação à importância da eletricidade em nossa vida, do que os estudantes da 1ª série ou da 3ª que utilizam o GREF, isso parece indicar que o ensino tradicional contribui para diminuir o espaço de percepção. Outros são aqueles que indicam diferenças de conceituação dos fenômenos elétricos: os estudantes da 1ª e 3ª séries que seguem o ensino tradicional normalmente explicam os sistemas resistivos e luminosos através de choques/encontros de correntes contrárias (corrente positiva e negativa) e a grande maioria daqueles que utilizam o GREF explica através da transformação de energia e a corrente é visualizada através de um modelo microscópico. Esses resultados já indicam que os estudantes adquirem uma visão mais global do conhecimento. Entretanto, outros instrumentos de avaliação devem ser elaborados para analisar outros elementos que compõem uma visão abrangente e globalizante.

---

### 14. Um Protótipo para Visualização dos Conceitos de Área. Dal Pian, M. C.; Gomes, A. V.

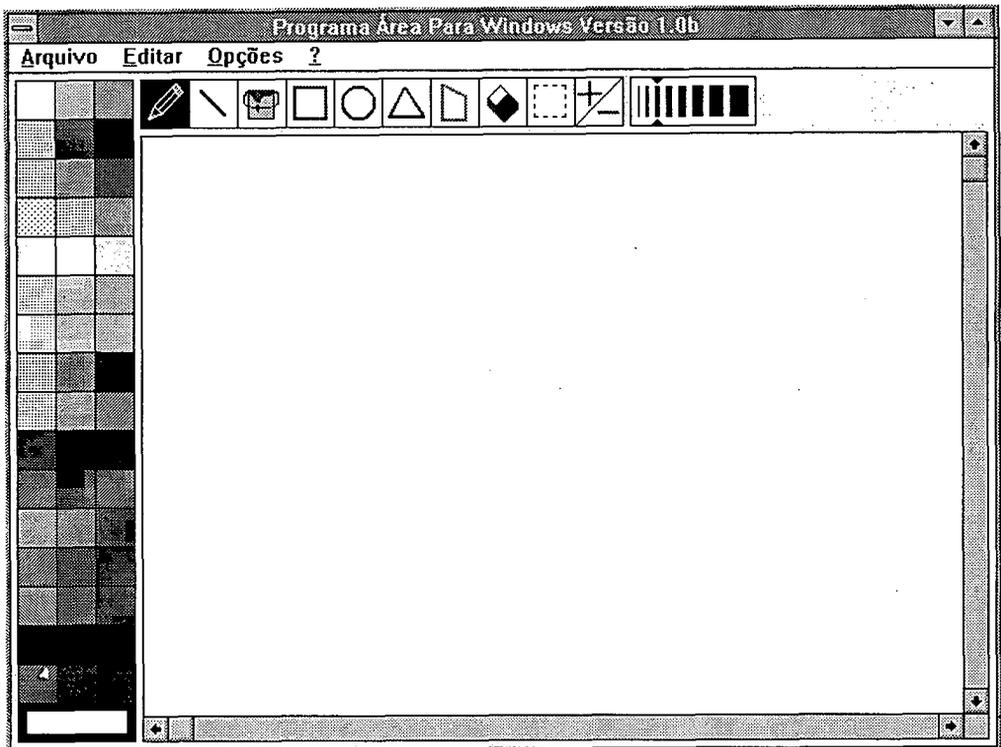
---

## 1. INTRODUÇÃO

O Área para Windows é um programa para desenhar figuras geométricas na tela contendo as opções de aumento e diminuição de escala, transformação e deformação de área. O programa será utilizado por professores do 1º grau, na demonstração do conceito de área, tornando-se assim mais fácil o seu aprendizado.

## 2. APRESENTAÇÃO

A tela do Área para Windows está composta de menu, barra de botões, paleta de cores e área destinada para desenho.



### 2.1. Menu Arquivo

Estão relacionadas as opções de NOVO desenho, ABRIR arquivo do tipo BMP, SALVAR arquivo, SALVAR COMO e SAIR.

### 2.2. Menu Editar

Estão relacionadas as opções de UNDO, isto é, recupera a última área que tenha sido apagada, CORTAR, COPIAR, APAGAR e LIMPAR, todas elas para tratamento de figuras para a área de transferência do Windows.

### 2.3. Menu Opção

Estão relacionadas as opções de aumento e diminuição de escala das figuras selecionadas.

### 2.4. Menu Ajuda

Em SOBRE ÁREA o programa descreve o ícone e aonde está sendo desenvolvido o software.

Em TÓPICOS e CONTEÚDO estão descritas rapidamente cada parte do software.

Painéis

### **3. Barra de Botões**

O Área para Windows dispõe dos seguintes botões:

#### **3.01. Lápis**

Efetua criação de desenhos à mão livre.

#### **3.02. Reta**

Efetua criação de retas.

#### **3.03. Balde de Tinta**

Pinta uma determinada área selecionada.

#### **3.04. Quadrado**

Efetua criação de quadrados e/ou retângulos.

#### **3.05. Círculo**

Efetua criação de círculos e/ou elipses.

#### **3.06. Triângulo**

Efetua criação de qualquer tipo de triângulo.

#### **3.07. Polígono**

Efetua criação de qualquer tipo de polígono.

#### **3.08. Borracha**

Apaga qualquer desenho.

#### **3.09. Selecionar**

Seleciona qualquer área para que esteja disponível os recursos do menu Editar.

#### **3.10. Escala**

Dada uma área aumenta e/ou diminui a escala para uma área selecionada.

#### **3.11. Espessura**

Define a espessura do lápis, borracha e da borda das figuras geométricas.

## **4. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA**

O Área para Windows está sendo desenvolvido utilizando-se o Borland Pascal for Windows, o conjunto de bibliotecas da Borland OWL e a programação orientada a objeto, mais especificamente a programação orientada a eventos do

Windows 3.1. Isto está permitindo uma programação mais fácil e rápida no Windows sem ter que se conhecer todas as peculiaridades do Sistema Operacional Windows.

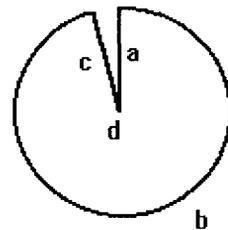
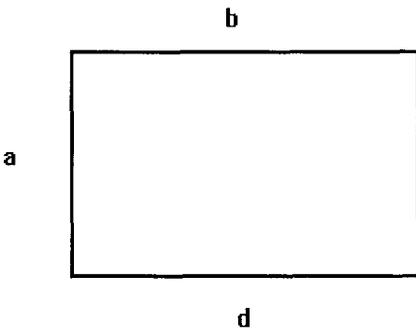
No ambiente descrito foram desenvolvidas as rotinas para os botões Lápis, reta, balde de tinta, quadrado, círculo, borracha e selecionar.

As telas, caixas de diálogo e botões foram desenvolvidos no WorkShop Reference do Borland Pascal.

Serão desenvolvidas rotinas gráficas para criação de figuras geométricas irregulares, transformação e deformação de área, bem como uma nova rotina para desenvolvimento de círculos diferente da função pronta 'Ellipse' no Borland pascal. Precisamos que na construção de um círculo seja considerado como um quadrado. Tal necessidade surge quando procuramos incorporar ao ensino do conceito de área, resultados de nossos estudos de cubação. O procedimento de cubação (Dal Pian, 1990), utilizado por pequenos agricultores no RN, estima a área de “quadrados”, entendidos como figuras de quatro lados (a,b,c,d), contruídas pelo deslocamento de uma barra (segmento de reta) na direção perpendicular à barra (translado ou giro). Utiliza como algoritmo o produto das médias dos lados opostos.

$$A = \left[ \frac{a+c}{2} \right] * \left[ \frac{b+d}{2} \right]$$

Retângulos e círculos, entendidos como “quadrados”, são corretamente estimados:



a = x  
c = x  
b = y  
d = y

a = r  
b = 2 π r  
c = r  
d = 0

Aret = [(x+x)/2]\*[(y+y)/2]  
Aret = x \* y

Acir = [(r+r)/2][(2 π r + 0)/2]  
Acir = π r<sup>2</sup>

## 5. BIBLIOGRAFIA

Borland Pascal for Windows

SWAN, Tom. Programando em Turbo Pascal para windows 3.0, volume I, básico. Rio de Janeiro: Berkeley, 1992.

SWAN, Tom. Programando em Turbo Pascal para windows 3.0, volume II, básico. Rio de Janeiro: Berkeley, 1992.

DAL PIAN, Maria Cristina (1990). The Characterization of Comunal Knowledge: case studies in Knowledge relevant to Science and Schooling. University of London.

### Financiamento:

CNPq, PACT/CAPES/UFRN

## COMUNICAÇÕES ORAIS

Assim como a sessão de painéis esta sessão contou com a coordenação de todos os convidados para tal, com exceção da sessão B1 que foi coordenada pelo professor Creso Franco no lugar do Prof. Glauco Tostes, que não pode comparecer.

### SESSÃO A1 - Conteúdos Curriculares

Coordenador: Eduardo Terrazan

---

### Estudo Comparativo dos Resultados Obtidos com um Software Educacional e um Teste Escrito na Pesquisa sobre Visões de Energia

Gomes, F.R.S.; Barros, S. S.

---

## I. INTRODUÇÃO

Pesquisas em ensino de Física nos últimos 20 anos têm indicado que as crianças desenvolvem concepções sobre os fenômenos naturais antes de aprenderem ciências na escola. Estas concepções derivam das experiências diretas das crianças com os fenômenos do mundo e são construídas tanto pelo contato com o seu cotidiano (Piaget, 1955) como pela mídia. Além de não coincidirem com as concepções científicas, estas pré-concepções são resistentes à mudança e prejudicam a aquisição das concepções cientificamente corretas (Posner et al, 1982). Do ponto de vista educacional, o conhecimento e a compreensão das concepções prévias das crianças é considerado importante porque elas influenciam as aprendizagens subsequentes (Driver e Scanlon, 1988) podendo por isso mesmo contribuir positivamente para a aprendizagem quando trabalhadas explicitamente com estratégias de ensino adequadas. McDermott (1991) considera que as dificuldades conceituais encontradas pelos estudantes em Física precisam ser atacadas explicitamente e consideradas no planejamento de métodos instrucionais efetivos.

Neste trabalho temos como objetivo a utilização do computador como meio de eliciar concepções dos estudantes aproveitando suas características técnicas específicas para a pesquisa, como sejam: sua capacidade de tornar o processo de obtenção de dados mais rápido, a facilidade de manipular e registrar dados, além de seus aspectos positivos para o processo de ensino e aprendizagem como a possibilidade de representar eventos por meio de animações e a motivação dos estudantes quando em contato com a máquina.

O uso do computador para a investigação em ensino de Física já foi estudado por outros pesquisadores. Segundo Mc Dermott (1990), a sua utilização pode aumentar o espectro de temas a serem incluídos nos estudos de compreensão conceitual, além de proporcionar a investigação de tópicos que envolvam fenômenos não observáveis diretamente no laboratório e possibilitar aos investigadores o enfoque nas questões relevantes e nos aspectos mais sutis das respostas dos estudantes.

Nachmias et al (1990) apontam como pré-requisito para uma instrução que leva em conta as pré-concepções dos estudantes, o diagnóstico apropriado do estado de conhecimento individual do estudante. Neste sentido, propuseram um sistema de diagnóstico baseado em computador (MBDS) projetado para identificar concepções dos estudantes no domínio de calor e temperatura. A avaliação deste sistema mostrou que os perfis do conhecimento dos estudantes produzidos pelo sistema foram pelo menos tão bons quanto aqueles produzidos por especialistas. O processo de produção do perfil foi extremamente rápido e simples. Os autores sugerem que este sistema seja incorporado a softwares para o ensino de Física, seja para mostrar inconsistências dos estudantes no laboratório auxiliado pelo computador, seja como parte de sistemas tutoriais inteligentes com o objetivo de prover o estudante com uma instrução adaptada ao seu conhecimento real.

## II. OBJETIVO DO ESTUDO

Este estudo pretendeu investigar as possibilidades do computador como meio de eliciar concepções dos estudantes sobre os conceitos de energia e trabalho através da comparação entre as visões de energia e trabalho extraídas pela utilização do Software Educacional (SE) *Energia e Trabalho*<sup>1</sup> e de um Teste Escrito<sup>2</sup> (TE), em anexo.

## III. A PESQUISA

### Amostra

O SE foi aplicado a duas turmas escolhidas aleatoriamente (42 estudantes) da 1ª série do 2º grau de uma escola pública<sup>3</sup> secundária que atende alunos de classe média e baixa e já habituados com um laboratório de informática. O TE foi aplicado a três turmas também escolhidas aleatoriamente (60 estudantes), da 1ª série do 2º grau da mesma escola.

### Instrumentos utilizados

1. O Teste Escrito. Inicialmente, dentro de uma estratégia de familiarização com o sistema do TE, são apresentadas cinco palavras (incluindo "energia" e "trabalho") e pedido aos estudantes que escrevam sobre o que se lembram quando ouvem cada uma

---

<sup>1</sup> Este software faz parte de um conjunto de 29 softwares educacionais de física produzidos pela equipe de física do Projeto EDUCOM/ UFRJ, 1990.

<sup>2</sup> O teste escrito utilizado é uma nova versão do instrumento utilizado por Souza Barros et al. , 1987. Este teste é uma versão escrita das metodologias *Interviews about instances*, originalmente utilizada por Osborne and Gilbert (1980) e posteriormente por outros autores, como por exemplo Watts (1983) e Bliss e Ogborn (1985).

<sup>3</sup> Colégio Estadual Souza Aguiar , Rio de Janeiro, local do experimento piloto do EDUCOM/UFRJ onde foi instalado um laboratório de informática no início do ano letivo 1987.

delas. Após terem respondido, é solicitado que expliquem (e escrevam) o que significa energia, e após, trabalho para eles. Em seguida, são apresentadas em folha à parte as 16 situações mostradas na figura abaixo. Consultando as figuras, os estudantes respondem quatro perguntas envolvendo primeiramente a palavra *trabalho* e depois mais quatro envolvendo a palavra *energia*, sempre tendo que escolher três situações entre as 16 apresentadas e justificando a escolha. Após a seção de perguntas o estudante deve escrever novamente o que significam as palavras *energia* e *trabalho* para ele. No final, é perguntado aos estudantes se eles acham que existe alguma relação entre energia e trabalho, pedindo que eles justifiquem e escolham três situações representativas dessa relação.

2. O Software Educacional. O SE *Energia e Trabalho* tem a mesma estrutura e contém as mesmas perguntas que o TE, com a diferença das situações estarem animadas e aparecerem divididas em duas telas seguidas. O programa permite voltar às situações sempre que o estudante julgar necessário. As figuras/situações e as perguntas que compõem os instrumentos estão apresentadas ao final deste trabalho.

### **Desenho experimental**

O SE foi aplicado a cada turma durante uma sessão de computador da escola. Grupos de três estudantes em cada computador interagiram com o SE. Em geral, após uma breve discussão sobre cada pergunta, um dos alunos registrava a resposta de consenso em uma folha planejada para esse fim .

O TE foi aplicado a cada turma durante uma aula de Física na presença da professora e dos pesquisadores. Os estudantes trabalharam em grupos de três. As carteiras foram aproximadas para facilitar a interação entre os participantes do grupo. Em geral, após uma breve discussão sobre cada pergunta, um dos três escrevia as respostas na folha do TE.

## **IV. RESULTADOS**

As tabelas 1 e 2 mostram as frequências de respostas dadas ao TE e ao SE.

Tabela 1: Respostas ao Teste Escrito

| PERGUNTAS             | SITUAÇÕES ESCOLHIDAS (em %) |   |   |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------|-----------------------------|---|---|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
|                       | 1                           | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7  | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Melhor noção de T     |                             |   |   |    |    |    |    |   |   |    |    | 90 |    |    |    |    |
| T sendo realizado     |                             |   |   |    |    | 70 |    |   |   | 40 |    | 60 | 75 |    |    |    |
| T não sendo realizado | 52                          |   |   | 57 |    |    | 36 |   |   |    |    |    |    |    | 52 |    |
| T nunca é realizado   |                             |   |   | 31 |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Melhor noção de E     |                             |   |   |    |    |    |    |   |   |    |    | 67 |    |    |    |    |
| E sendo utilizada     |                             |   |   |    | 50 |    |    |   |   |    |    | 60 | 40 | 45 |    |    |
| E não é utilizada     | 45                          |   |   | 75 |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    | 90 |    |
| E nunca é utilizada   |                             |   |   | 60 |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Relação entre T e E   |                             |   |   |    |    |    |    |   |   |    |    | 77 | 61 |    |    |    |

Tabela 2: Respostas ao Software Educacional

| PERGUNTAS             | SITUAÇÕES ESCOLHIDAS (em %) |    |   |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------|-----------------------------|----|---|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
|                       | 1                           | 2  | 3 | 4  | 5  | 6  | 7  | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Melhor noção de T     |                             |    |   |    |    |    |    |   |   |    |    | 92 |    |    |    |    |
| T sendo realizado     |                             |    |   |    |    | 28 |    |   |   | 28 |    | 64 | 64 |    |    |    |
| T não sendo realizado | 78                          |    |   | 64 |    |    | 50 |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| T nunca é realizado   |                             |    |   | 57 |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Melhor noção de E     |                             | 43 |   |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| E sendo utilizada     |                             |    |   |    | 71 |    |    |   |   |    |    | 71 | 57 |    |    |    |
| E não é utilizada     | 50                          |    |   | 50 |    |    |    |   |   |    |    |    |    | 50 |    |    |
| E nunca é utilizada   |                             |    |   | 54 |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Relação entre T e E   |                             | 37 |   |    |    |    |    |   |   |    |    | 61 | 37 |    |    |    |

A seguir é apresentado um levantamento das respostas, indicando algumas características das respostas de maior frequência:

Melhor noção de trabalho. Houve unanimidade nos dois grupos na escolha da melhor noção de trabalho: situação 12. Aparentemente, o conceito de trabalho trazido pelos estudantes está relacionado com o trabalho da vida cotidiana, ou seja, uma tarefa realizada em troca de dinheiro. A noção espontânea de trabalho parece estar distante do conceito físico.

Situações onde esteja sendo realizado trabalho. Dada a oportunidade para que eles escolhessem 3 situações onde estivesse sendo realizado trabalho, a noção que apareceu como melhor noção de trabalho se ampliou em relação à anterior e passou a incluir tarefas que não representam trabalho remunerado. As situações 12 e 13 foram as mais escolhidas por ambos os grupos. O trabalho intelectual também foi lembrado por ambos os grupos. Os dois grupos também reconhecem que a máquina a vapor esteja realizando trabalho.

Situações onde trabalho não esteja sendo realizado. As mesmas três situações (1, 4 e 7) foram escolhidas pelos dois grupos em ordem diferente, sendo que além das

três coincidentes, a situação 14 foi escolhida por 52% dos estudantes que responderam o TE e por nenhum estudante que respondeu o SE.

Situações onde trabalho nunca é realizado. Não houve predominância significativa de nenhuma situação, mas a mais frequente (situação 4) foi a mesma para os dois grupos.

Melhor noção de energia. Houve diferença entre os grupos: A melhor noção de energia é a situação 11 para o grupo que respondeu ao TE e a situação 2 para o grupo que respondeu ao SE.

Situações onde energia esteja sendo utilizada. Ambos os grupos escolheram as situações 5, 13 e 12 sendo que o grupo que respondeu ao TE também escolheu a situação 11.

Situações onde energia não esteja sendo utilizada. Ambos os grupos escolheram as situações 1, 4 e 14.

Situações onde energia nunca é utilizada. Ambos os grupos escolheram a situação 4.

Relação entre trabalho e energia. Os estudantes consideram que existe relação entre os conceitos de trabalho e o de energia pois 94% dos estudantes que responderam ao TE e 100% dos estudantes que responderam ao SE responderam afirmativamente. A situação 12 foi a mais escolhida por ambos os grupos para ilustrar a relação entre os dois conceitos, sendo que ambos mencionaram a situação 13 em segundo lugar.

## V. CONCLUSÕES

As situações escolhidas pelos grupos pesquisados foram bastante semelhantes, não aparecendo nenhuma grande diferença entre as visões de trabalho e energia dos estudantes. Uma entre as duas únicas diferenças encontradas foi a escolha da situação 14 (televisão desligada) por 52% dos estudantes que responderam ao TE como situação onde o trabalho não estivesse sendo realizado sem que essa situação tenha sido escolhida por qualquer grupo que respondeu ao SE. Como a situação não envolve animação, essa escolha não pode ser atribuída à diferença existente entre os meios.

Outra diferença foi a situação escolhida para representar a melhor noção de energia. O grupo que respondeu ao TE privilegiou a energia elétrica para expressar sua melhor noção de energia, enquanto o grupo que respondeu ao SE se sensibilizou mais com a energia química dos alimentos.

As situações mais frequentes para expressar a melhor noção de trabalho ou onde o trabalho esteja sendo realizado envolvem movimento, o que mostra que os estudantes parecem relacionar este conceito à realização de trabalho. Nas situações onde, na visão dos dois grupos pesquisados, não estava sendo realizado trabalho, percebe-se total ausência de movimento, o que reforça a relação entre trabalho e movimento já apontada.

As três situações escolhidas por ambos os grupos como situações onde a energia esteja sendo utilizada assinalam a presença da relação entre energia e movimento para ambos os grupos. A representação da sala de jantar escolhida por ambos os grupos como situação onde energia nunca é utilizada mostrou que os estudantes parecem não considerar energia potencial ou microscópica como formas de energia. A situação do menino chutando a bola como a segunda mais escolhida para representar a relação entre trabalho e energia mostrou que esta relação também passa pelo conceito de movimento. As categorias escolhidas (preferência dos estudantes) no presente estudo estão em boa concordância com os resultados anteriores de Watts (1983), Bliss e Ogborn (1985) e Souza Barros et al. (1987).

A partir deste estudo foi possível considerar o computador como um recurso que poderia ser utilizado na eliciação de concepções dos estudantes, tornando o processo mais rápido principalmente quando as respostas podem ser digitadas diretamente no programa, o que infelizmente não foi possível neste estudo.

Parece que dentro dos limites do objetivo para o qual este SE foi utilizado, não houve qualquer contribuição significativa das animações. Aparentemente, o fato das situações serem representadas com movimento não levou a visões diferentes de trabalho e energia daquelas produzidas pelas figuras estáticas presentes no TE.

Foi possível perceber, como em outros estudos, que os estudantes parecem bastante motivados quando trabalham com o computador, o que acaba levando a uma maior concentração na tarefa por conta do maior interesse pelo meio.

## AGRADECIMENTOS

Somos gratas à Professora Marly Ignez de Athayde, professora das turmas de física, e à direção do Colégio Estadual Souza Aguiar pelas facilidades oferecidas para podermos realizar este trabalho. As autoras agradecem o apoio do CNPq e FINEP.

## BIBLIOGRAFIA

- Bliss J. and Ogborn, J. M. ( 1985 ), Children's choices of uses of energy, *Journal of Research in Physics Education*,, 20, 195.
- Driver R. and Scanlon, E. (1988). Conceptual Change in Science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 5(1), 25-36.
- Mc Dermott, L.C. (1990). Research and computer-based instruction: Opportunity for interaction. *American Journal of Physics*, 58(5), 452-462.
- \_\_\_\_\_ (1991). What we Teach an what is learned - closing the gap. *American Journal of Physics*, 59(4), 301
- Nachmias, R. , Stavys, R. and Avrams, R. (1990). A Microcomputer based daignostic system for identifying students'conception of heat and temperature. *International Journal of Science Education*, 12(2), 123-132.

Osborne, R. J. and Gilbert, J. K. (1980), "A method por investigating concept understanding in science, *European journal of Science education*, 2, 311.

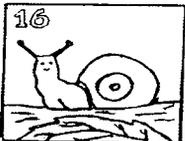
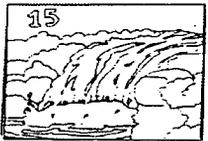
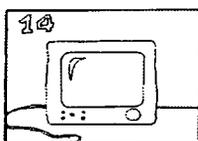
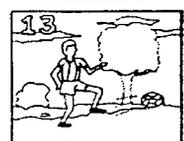
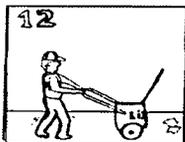
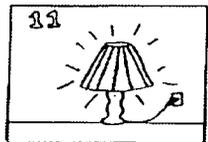
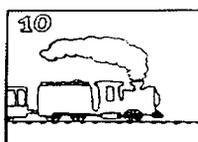
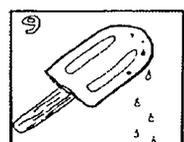
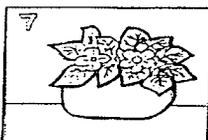
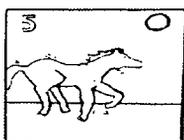
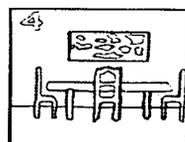
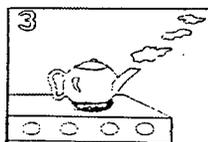
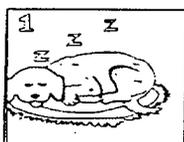
Piaget, J., The child's conception of the world, Palladin, 1955.

Posner, G., Strike, K., Hewson, P. and Hertzog, W. (1982). Accommodation of a science conception: towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.

Souza Barros, S. de, Martins I. , Filipecki A. T. and Colinvaux, D. (1987), Student's visions of energy, *2<sup>nd</sup> Inter American Conference on Physics Education*, Oaxtepec, México, 1987.

Watts, M. , (1983), Some alternative views of energy, *Physics Education*, 18, 213.

**SITUAÇÕES E QUESTÕES APRESENTADAS NO TESTE ESCRITO E NO SOFTWARE EDUCACIONAL**



**1ª PARTE:**

A) Do que vocês se lembram quando ouvem a palavra:

CHUVA \_\_\_\_\_

SONO \_\_\_\_\_

LIVRO \_\_\_\_\_

ENERGIA \_\_\_\_\_

TRABALHO \_\_\_\_\_

B) Expliquem o que significa ENERGIA para vocês. \_\_\_\_\_

C) Expliquem o que significa TRABALHO para vocês. \_\_\_\_\_

**2ª PARTE:**

A) Qual das figuras ilustra melhor a noção do grupo do que seja ENERGIA?

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

B) Escolham 3 figuras nas quais a ENERGIA esteja sendo utilizada.

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

C) Escolham 3 figuras nas quais a ENERGIA não esteja sendo utilizada.

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

D) Escolham um figura na qual a energia NUNCA é utilizada.

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

E) Na 1ª parte vocês explicaram o que significa ENERGIA para vocês. Releiam cuidadosamente a explicação dada e caso desejem alterar ou acrescentar alguma coisa, escrevam agora.

**3ª PARTE:**

A) Qual das figuras ilustra melhor a noção do grupo do que seja TRABALHO?

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

B) Escolham 3 figuras nas quais esteja sendo realizado TRABALHO.

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

C) Escolham 3 figuras nas quais não esteja sendo realizado TRABALHO.

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

D) Escolham um figura na qual a trabalho NUNCA é realizado.

Figura Nº: \_\_\_\_\_

JUSTIFICATIVA: \_\_\_\_\_

E) Na 1ª parte vocês explicaram o que significa TRABALHO para vocês. Releiam cuidadosamente a explicação dada e caso desejem alterar ou acrescentar alguma coisa, escrevam agora.

4ª PARTE:

A) Vocês acham que existe relação entre utilizar energia e realizar trabalho?

JUSTIFIQUEM: \_\_\_\_\_

B) Escolham 3 figuras que ilustrem sua resposta.

Figuras Nº: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_

## Um Programa de Atividades visando a Reformulação Conceitual nos Tópicos Introdutórios da Ótica Geométrica - Harres, J.B.S.

### 1 - INTRODUÇÃO

Este programa de atividades é resultado de várias aplicações e algumas reformulações de uma versão inicialmente elaborada para dissertação de Mestrado em Educação defendida pelo autor na PUC-RS (Harres, 1991).

Nesta pesquisa, realizou-se um estudo que procurou investigar se um planejamento que tivesse como ponto de partida as concepções espontâneas dos alunos resultava em uma aprendizagem mais eficiente em relação a outro que não as levasse em conta. Adotou-se o modelo de mudança conceitual que, embora não tenha ainda uma base teórica amplamente compartilhada pelos pesquisadores desta área, é defendido por diferentes autores com diferentes visões sobre a questão do ensino e da aprendizagem de conceitos científicos (Perales, 1990; Posner et alii, 1982; Silveira, 1989).

Com este objetivo, na pesquisa citada acima, elaborou-se materiais instrucionais correspondentes a cada tipo de planejamento. Estes materiais foram aplicados em dois grupos equivalentes de estudantes de 2º grau. Os resultados quantitativos obtidos evidenciaram um rendimento melhor do grupo em que as concepções espontâneas foram consideradas. É justamente este texto, com algumas modificações, que é apresentado aqui.

### 2 - ASPECTOS GERAIS DA ESTRUTURA DO PROGRAMA

O programa pretende fazer com que o aluno reformule aquelas concepções apresentadas mesmo antes da instrução que contrariam às concepções cientificamente aceitas. Para tanto, e conforme o modelo citado anteriormente, o texto desenvolve-se com a seguinte linha de ação:

1º) propiciar ao estudante, através de questões conceituais e de discussões em pequeno e em grande grupo, a articulação de suas concepções da forma mais clara possível;

2º) criar situações que identifiquem os problemas das concepções espontâneas na explicação dos fenômenos;

3º) colocar o estudante em contato com a concepção científica estabelecendo um confronto entre as concepções que leve a incorporação da concepção correta.

O programa tem início com a aplicação de um teste, que aparece logo nas primeiras páginas, visando a detecção das concepções do estudante sobre os tópicos introdutórios da ótica geométrica.

O teste foi elaborado a partir de resultados de pesquisas com este fim e que mostraram uma grande incidência de algumas concepções errôneas nos tópicos introdutórios da ótica geométrica.

As concepções errôneas mais apontadas são, em geral, as seguintes, por tópico da ótica geométrica:

a) Propriedades da propagação da luz: ela não é reconhecida, não é considerada unicamente retilínea e o alcance da luz depende da intensidade fonte emissora;

b) Processo da visão: dissociação entre os fenômenos luminosos e o processo da visão, não necessidade que a luz chegue até os olhos para que um objeto seja visto e qualidade da visão associada à claridade do ambiente;

c) Reflexão da luz: objetos opacos não refletem a luz e o ângulo de reflexão não depende do ângulo de incidência;

d) Imagens em espelhos planos: localização da imagem na superfície do espelho, formação de imagens apenas em objetos que estão colocados na frente do espelho, e posição, bem como tamanho da imagem dependentes da posição do observador.

Os resultados obtidos nestas pesquisas apontam para uma independência da idade, do meio cultural e do nível de instrução, evidenciando, desta forma, que estas concepções são resistentes à mudança e que, portanto, exercem forte influência na aprendizagem.

Mais detalhes sobre as pesquisas que fundamentam o teste, sobre as concepções envolvidas e sobre os processos de validação, além do próprio teste, são encontrados em publicação recente (Harres, 1993).

Em seguida, são propostas atividades de leitura, construção de diagramas, observação de fotografias, atividades práticas que tentam colocar à prova as concepções apresentadas (ou não) pelos estudantes. O texto desenvolve-se de modo a exigir do aluno intensa participação no processo de "construção" das idéias cientificamente aceitas. A cada novo tópico, questões que pretendem expor e identificar, o mais claro possível, as pré-concepções do estudante, são novamente propostas. Estas questões servem para confirmar ou não aquelas concepções

apresentadas quando da aplicação do teste. A concepção científica "correta" só é apresentada após essa discussão inicial.

Estas atividades, e portanto o próprio programa, envolvem os seguintes tópicos: luz e visão, propriedades da propagação da luz, raios e feixes de luz, reflexão da luz (especular e difusa), suas leis e as imagens em espelhos planos (processo de formação, posição e tamanho). Geralmente, o tempo de aplicação de todo o programa varia entre 10 a 15 horas-aula.

É importante salientar que, na maioria dos livros didáticos de física do 2º grau, estes tópicos não envolvem mais do que algumas páginas e, como estes livros ainda são fortes balizadores do desenvolvimento do conteúdo na sala de aula, pode-se afirmar com certeza que o número de horas-aula destinados a estes tópicos é, na grande maioria das escolas, bem menor do que aquele proposto aqui.

Outro fato que merece ser salientado é que a quase totalidade dos livros didáticos, e por conseqüência os professores de física do 2º grau, sequer consideram a possibilidade de que os alunos concebam os fatos ligados a estes tópicos de modo diferente, antes da instrução, daquele apresentado em seu texto.

Em termos de equipamentos, para a realização de algumas atividades práticas faz-se necessário o uso de uma fonte de feixe estreito de luz. Por isso, inclui-se, no final do texto, a proposta de Violin (1979) do uso de uma lanterna e de um aparato de papelão, a ser construído pelo aluno, que é acoplado à lanterna. O restante do material é facilmente obtido seja na sala de aula ou fora dela (pedaços de espelhos, régua, objetos como canetas, pilhas, etc.).

### 3 - CONCLUSÃO

Em nosso meio, não são muitos os textos que consideram as concepções dos estudantes no momento da apresentação da "teoria oficial". Mais raros ainda são aqueles que apresentam estratégias que visem à mudança conceitual partindo das pré-concepções. O presente trabalho coloca-se como uma proposta nesta linha, isto é, considerar e partir das concepções que os estudantes apresentam antes da instrução.

Espera-se com isso, e os resultados obtidos até aqui parecem apontar nesta direção, propiciar uma aprendizagem mais efetiva no sentido de apropriação de conceitos científicos (e de suas inter-relações) sobre os tópicos introdutórios da ótica geométrica.

### BIBLIOGRAFIA

HARRES, J.B.S. *Concepções espontâneas como ponto de partida para o ensino: um estudo quase experimental em ótica geométrica*. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, PUC-RS, 1991.

- HARRES, J. S. Um teste para detectar concepções alternativas sobre tópicos introdutórios da ótica geométrica. *Cad. Cat. de Ens. de Fís.*, 10(3):220-234, dez. 1993.
- PERALES, F.J. *Um enfoque constructivista en la enseñanza de la optica geométrica*. Granada, Universidade de Granada, 1989.
- VILOIN, A.G. Atividades experimentais no ensino de física de 1º e 2º graus. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 1(2):13-23, 1979.
- 

**O Todo e as Partes: uma Releitura da Estrutura dos Conceitos de Física no 2º grau** - Fernandez Neto, V.; Silva, D.

---

## 1) INTRODUÇÃO

*“Todo pensamento é baseado em convicções prévias [...]. A primeira destas convicções tem a ver com a nossa visão de universo [...]. O universo que pensamos existir tem uma importante característica: ele é INTEGRAL” (Kelly, 1963). “O sujeito não ‘lê’ uma experiência por simples ato de cópia. As ‘leituras’ são processos de assimilação aos esquemas dos sujeitos” (Garcia, 1982). “Toda observação está carregada de teoria” (Hanson, 1985) “A ciência não é exatamente uma coleção de leis, um catálogo de fatos; ela é uma criação da mente humana com suas idéias e conceitos livremente inventados” (Einstein e Infeld, 1980). Quer nas concepções de ciência e de construção do conhecimento contidas na afirmação de Einstein, quer nas concepções de visão de mundo manifestas por Kelly Hanson e Garcia, além de toda a preocupação epistemológica, estão reveladas questões totalizadoras, seja na característica integral do universo, seja na coleção de leis ou catálogo de fatos que devemos rechaçar da visão de ciência.*

Ao nível do ensino de ciências, e mais especificamente no ensino de Física, apesar do grande número de pesquisas sobre o desenvolvimento de conceitos e de concepções espontâneas que os estudantes apresentam em sala de aula e das diversas propostas de ensino que têm sido apresentadas por muitos pesquisadores, pouco se tem pensado sobre os aspectos mais estruturais da Física que se quer ensinar.

Esta falta de análise epistemológica do todo permite que se mantenha um ensino tópico e fragmentado, chegando a se observar mudanças apenas episódicas nos cursos, fornecendo aos alunos "peças de um quebra-cabeças" que estes não conseguem encaixar (MOHAPATRA, 1990).

Tal quadro contribui grandemente para a permanência dos conhecimentos de senso comum que os alunos apresentam, pois cria um saber compartimentalizado.

Se desejarmos que o nosso aluno avance, construindo o seu conhecimento e não memorize simples fórmulas e/ou técnicas específicas de resolução de exercícios, devemos procurar reverter a situação atual, fortemente reforçada pelos livros

didáticos<sup>4</sup>, buscando fazer uma releitura de cada grande área dos programas num fio condutor único.

Assim podemos criar um quadro referencial para um investimento mais eficiente nos processos de ensino e de aprendizagem, passando a aproveitar as pesquisas citadas, permitindo saber quais são aquelas que se deve fazer para completar o todo.

## **2) Um exemplo da construção do todo na Física Térmica e na Mecânica:**

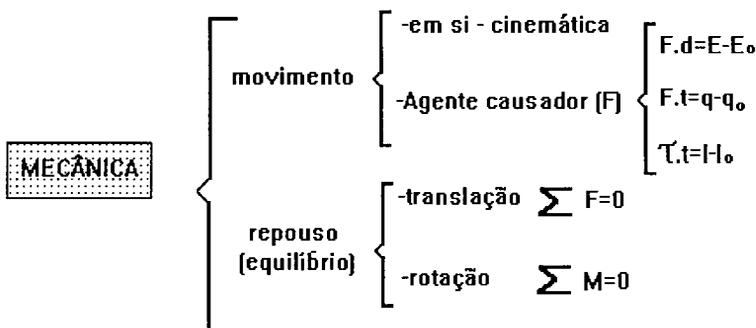
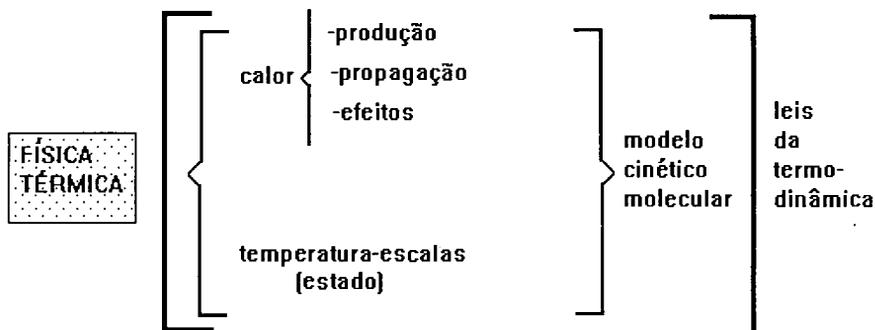
A preocupação com a criação dos quadros gerais associados às áreas da Física teve sua gênese no projeto GREF (1989), primeira publicação para professores de Física onde já se podia perceber esta questão no início de cada assunto.

Quando do planejamento dos cursos de Física a serem ministrados no ano de 1994 na Escola de Aplicação da Universidade de São Paulo, decidimos elaborar, agora ao nível dos alunos, um quadro que permitisse a eles nunca perder de vista a globalização do conteúdo e, mesmo quando do desenvolvimento de um de seus tópicos, servisse de guia no sentido de situá-lo no universo mais geral.

Fruto dessa preocupação e após algumas discussões, desenvolvemos esses quadros para as áreas de Física Térmica e Mecânica:

---

<sup>4</sup> Estudos realizados sobre as estruturas de cursos propostos nos livros didáticos de Física, nos USA, mostram que estas são muito semelhantes àquelas que configuram os textos da década de 1930 (WESLEY, 1987).



Onde: F é força, d é distância; t é tempo, q é quantidade de movimento linear; T é torque, I é o momento angular e M é o momento de uma força.

A leitura desses quadros nos possibilita concluir que no caso da Física Térmica dois são os conceitos centrais que devem permear o curso: Calor enquanto processo e Temperatura enquanto estado. Dessa forma, o estudo dos processos que envolvem o calor compõem um todo que abrange a sua produção, a sua propagação e os efeitos por ele causados na matéria enquanto que o estudo da temperatura buscará por um lado conceituá-la da forma o mais precisa possível e por outro a construção de suas escalas enfatizando a diferença entre as arbitrárias e a absoluta.

É importante notar que tanto os processos (aos quais associamos as propriedades da matéria) quanto a temperatura estão sendo mediados por um modelo de comportamento da matéria, no caso a Teoria Cinético Molecular (TCM), que servirá de ferramenta na sua interpretação.

Por fim, a generalização desses processos e da temperatura, mediados pela T.C.M. será alcançada a partir da discussão e da aplicação prática das Leis da Termodinâmica.

No caso da Mecânica a totalização aparece no estudo do movimento e do equilíbrio dos corpos. Enquanto que no equilíbrio apontamos as condições de repouso, quer de translação quer de rotação, no movimento apontamos que seu estudo

pode ser feito com a preocupação simples do seu comportamento ou em função do agente que o provoca, ou seja, a FORÇA.

As leis da conservação relacionadas às leis de Newton, compõe um todo que busca o estudo da força no tempo, da força no espaço além, evidentemente, de sua própria conceituação.

### 3) Quais são as implicações em sala de aula?

Apesar de não termos elaborado um profundo estudo das transformações causadas tanto no desenvolvimento dos cursos quanto na aprendizagem dos alunos pela introdução dessa metodologia, ainda assim pudemos encontrar uma semelhança fundamental com as conclusões da pesquisa realizada por Mohapatra (1990) a qual coloca que a conceitualização episódica é uma provável causa geradora de concepções alternativas.

O fato de nos reportarmos a todo momento ao quadro geral, às suas interpelações e aos limites de validade acaba por confrontar as concepções dos alunos, trazê-las para a discussão em classe e poder colocar novas situações e caminhos que busquem checar o resultado desse confronto e daí estabelecer novas “prescrições curativas”

### 4) Referências Bibliográficas:

- DUSCHL, R.A. e GITOMER, D.H. (1991). Epistemological Perspectives on Conceptual Change: Implications for Educational Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9): 839-858.
- EINSTEIN, A. e INFELD, L. (1980). *A Evolução da Física*. (trad.: G. Rebuá). Rio de Janeiro, 4a ed., Zahar Editores.
- GARCIA, R. (1982). El Desarrollo del Sistema Cognitivo y la Enseñanza de la Ciencias, Educacion (Consejo Nac. Tec. de la Educacion de México), no 42.
- GRAF (1989). Física Básica. São Paulo, EDUSP.
- HANSON, N.R. (1985). Patrones de descubrimiento.(trad.: E.G.Camarero). Madrid. Alianza Editorial. 2a ed.
- KELLY, G.A. (1963). *A theory of Personality The Psychology of Personal Constructs*. 2ª edição. New York, W.W. Norton & Co.
- MOHAPATRA, J. K. (1990). Episodic Conceptualization: a Possible Cause of Manifest Alternative Conceptions Amongst Groups of Pupils in some Indian Schools. *International Journal of Science Education*, 12(4): 417-427.
- WESLEY, W.G. (1987). Toward a Cognitive Physics Course. IN: NOVACK, J.D. (1987). Proceedings of the Second International Seminar Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Cornell University, Ithaca, Vol. III, pp. 578-580.

**A Temática Energia e o Ensino de Física na Escola Média - Auth, M.A.; Terrazan, E.A.**

---

A partir da nossa experiência profissional como professor de Física no ensino médio e de uma análise preliminar de alguns textos especificamente dirigidos ao ensino da Física, foi possível realizarmos um questionamento dentro da organização curricular da mecânica clássica.

Constatamos, por exemplo, uma ênfase exagerada no ensino da cinemática escolar em detrimento de uma discussão mais aprofundada das leis de conservação na mecânica. Uma primeira tentativa de superação dos problemas encontrados na nossa prática pedagógica, relativamente ao ensino da temática em questão, foi a utilização da proposta metodológica apresentada pelo Grupo de Reelaboração do Ensino da Física - GREF, no texto Física, Volume 1 - Mecânica, EDUSP, 1990.

Apesar dos avanços conseguidos, avaliamos que anda permanecem limitações, sobretudo quanto ao papel do conceito de energia na proposta por nós desenvolvida. Nesse sentido buscamos nos trabalhos de José André P. Angotti subsídios para repensar o ensino da mecânica clássica no nível médio, estruturando-o a partir da idéia por ele proposta de "conceitos unificadores". Estes são conceitos supradisciplinares, cuja utilização no âmbito de uma disciplina escolar procura "reduzir a fragmentação dos conteúdos e permitir uma melhor ligação entre as partes e o todo"

Dos quatro conceitos unificadores apontados por Angotti nos parece que "energia" é aquele que possui uma abrangência maior e por isso consideramos neste trabalho a possibilidade de utilizá-lo como pano de fundo para o ensino da mecânica clássica, sem prejuízo dos outros três: "processos de transformações", "ciclos e regularidades" e "escalas". Dessa forma procuramos obter um equilíbrio entre a necessidade de se vincular o ensino da Física escolar com as situações mais relevantes da vivência cotidiana dos alunos e o privilegiar, em nível curricular, do ensino dos conceitos e das leis mais gerais que a Física nos apresenta enquanto saber sistematizado.

Apresentaremos ao debate nossos resultados preliminares no sentido de estabelecer parâmetros necessários a uma reelaboração do ensino da mecânica clássica para a escola média.

---

**Conceito de Temperatura: Gênese, Desenvolvimento e Utilização - Silva, D.; Fernandez Neto, V.**

---

## 1 - INTRODUÇÃO

Dentro do universo dos fenômenos térmicos, o conceito de temperatura é sem dúvida o mais utilizado no quotidiano das pessoas, como a temperatura ambiente, e

por outras áreas do conhecimento, tais como a geografia, geologia, biologia, química, engenharia etc. Tal motivo reside no fato de não ser habitual as medidas de energia, pois estas, por dependerem de variáveis como a massa, tipo de material e sobretudo quando se fala em energia interna, deve-se levar em conta o estado físico do corpo.

Por outro lado uma rápida análise em livros didáticos de várias áreas, mostra que o conceito de temperatura é utilizado como uma medida sem se levar em conta o seu significado. Como os livros didáticos têm a autoridade de ditadores do conhecimento (Axt e Bruckmann, 1989), há um caos generalizado, como se todos já de início, soubessem o que significa o conceito, perdendo por completo a sua significância e contribuindo para reforçar os conceitos espontâneos que se verifica sobre ele. Tais como : , temperatura é uma propriedade dos, temperatura é a medida do calor de um corpo, calor também está associado às temperaturas altas, tende-se a estabelecer a temperatura como propriedade dos corpos, não pensando em equilíbrio térmico etc. (Tiberghien, 1983; Cervantes, 1987, Erickson e Tiberghien, 1989; Santos, 1991 e Teixeira, 1992),

Assim após um estudo longo em fontes primárias e textos de epistemólogos e historiadores, encontramos considerações sobre o conceito de temperatura que, devido a relevância que se mostrou, resolvemos sistematizá-los para permitir que professores e interessados pudessem tomar conhecimento dos meandros e desdobramentos que este conceito carrega e permite.

Ainda, a principio nos chamou a atenção para as considerações que Feynman, faz do conceito: *“Até aqui não nos preocupamos com o termo **temperatura**; evitamos de propósito. À medida que comprimimos um gás, sabemos que a energia das moléculas aumenta, e costumamos dizer que o gás se esquentar; gostaríamos de entender o que isto tem a haver com temperatura. O que estamos fazendo, se tratamos de fazer um experimento, não adiabaticamente, se não ao que chamamos **temperatura constante**? Sabemos se tomamos duas caixas e as colocamos uma do lado da outra, por um tempo suficientemente grande, ainda que no começo estivessem ao que chamamos temperaturas diferentes, terminarão por chegar a uma mesma temperatura. O que significa isto? Isto significa que chegaram a uma condição igual à que chegariam se os tivéssemos deixados sozinhos por um tempo suficientemente grande! O que queremos dizer por igual temperatura é somente isso—a condição final quando as coisas se assentaram após interagirem entre si durante um tempo suficientemente grande.[...]. A energia cinética média molecular é uma propriedade apenas da ‘temperatura’. Sendo uma propriedade da ‘temperatura’ e não do gás, podemos usá-la como uma definição de temperatura.[...]. Desafortunadamente a escala de temperatura foi eleita de forma diferente; dessa forma, ao invés de chamá-la diretamente de temperatura, usamos um fator de conversão constante entre a energia de uma molécula e um grau de temperatura absoluta ( $k = 1,38 \times 10^{-23}$  joule por kelvin) “ (grifos do autor) (FEYNMAN, 1971, p. 39-9)*

## 2 - A GÊNESE E O DESENVOLVIMENTO

O conceito de temperatura é encontrado pela primeira vez na obra de Galeno (129-200), chamado de príncipe dos médicos, devido a importância dos seus escritos, nos quais há a primeira explicação coerente do funcionamento do coração, além do reconhecimento do cérebro como centro das idéias e não o coração, como supunha Aristóteles. Ela foi composta de vários tratados sobre medicina, anatomia, biologia, botânica e fisiologia (Crombie, 1985, v.2).

Especificamente, no tratado de medicina ele propõe a representação do calor e do frio por meio de uma escala de graus numéricos (ibid., p. 85). Nesta escala o ponto zero correspondia a um "*calor neutro*" que não era nem frio nem calor. Como o único meio de "medida" era a sensação, Galeno havia determinado como "*calor neutro*" a mistura de porções iguais de água fervendo e de gelo (ibid., p.94).

Para Galeno, havia no corpo humano uma **mescla** ou mistura de calor e de frio, que determinavam, entre outras causas, o estado de saúde do paciente. O grau neutro dessas duas substâncias correspondia ao estado de saúde melhor.

Mesmo o "termômetro" sendo o sentido tátil, as idéias de Galeno foram adotadas por médicos árabes e latinos, os quais desenvolveram uma escala de 0 a 4 graus de calor ou frio e mais tarde se adotou uma escala de oito graus (ibid., idem).

As influências dos trabalhos de Galeno foram marcantes em toda a medicina. Sua obra foi considerada como principal guia médico por muitos séculos (ibid., p. 100), encontrando-se até no séc. XVI considerações sobre o funcionamento do coração e a circulação do sangue baseadas nas suas idéias (ibid., p. 273).

Quando se traduziram os tratados de Galeno para o latim dos séculos XI e XII, a idéia de mescla ou mistura de graus de calor, foi traduzida pelo termo correspondente: **tempera** (temperatura). (ibid., p. 53 e p. 221 e Smorodinski, 1983 p. 12).

Assim a idéia de temperatura atribuída primeiramente a Galeno consistia em uma tentativa de se estabelecer um padrão de medida para o corpo humano. Este padrão torna-se muito popular entre médicos do ocidente, como a medida de calor ou frio. De fato, o primeiro relato escrito do uso de termômetro, em 1612, há referência à obra de Galeno e ao uso clínico de tal instrumento de medida (Crombie, 1985, vol 1, p. 221).

Nos séculos seguintes essa concepção será mantida quase da mesma forma que havia sido proposta.

No século XVI, dá a invenção do primeiro termômetro, sobre a qual há uma polemica Ronan (1987, p. 115). Não se sabe ao certo se foi Galileu (1564-1642) (Bassalo, 1991, p. 137 e Crombie, 1985, vol 2, p. 221.) ou Santório Santório (1561-1636) (Gilbert, 1982, p. 224), ou ainda a Drebbel (1572-1634) (Guaydier, 1., p. 34).

Mas mesmo com a dúvida, a primeira publicação sobre o instrumento de medida é reconhecida com sendo de Santório, em 1612, o qual, sendo médico (de Galileu também) o fez para medir os graus de calor e frio do corpo humano.

Nos anos e décadas seguinte o termômetro irá ser aperfeiçoado, por diversos cientistas e também serão criadas as escalas de medida, que até o século XVIII, foram contadas em mais de sessenta! (Bassalo, opus cit., p. 142), até o termômetro de Fahrenheit, o qual devido ao seu refinamento, permite medidas muito precisas. Cabe assinalar, que o próprio Fahrenheit nos seus escritos comenta que o termômetro foi calibrado “*entre o limite de frio mais intenso[...] e o limite de calor que se tem no sangue de um homem são*” (Fahrenheit, apud Moulton e Schiffers, 1986, pp. 131-132),

Após o desenvolvimento de um termômetro mais exato, o calor passa então a ser expresso por um único parâmetro: a temperatura (Agabra, 1986, pp. 3-4). Reforçando assim as concepções substancialistas do calor e por outro lado abrindo possibilidades de se generalizar o uso da temperatura para qualquer corpo ou objeto, o que só será possível a partir do trabalhos de Black (1728-1799), nos quais após medidas muito precisas, acaba por provar que o calor e a temperatura são conceitos diferentes, para ele o calor era uma substância e a temperatura uma grandeza associada a esta.

No século seguinte, a teoria mecânica do calor acabará por ser a mais aceita, após os trabalhos, principalmente de Benjamim Thompson, Joule, Kelvin, Clausius e Boltzmann, porém o conceito em questão ainda permanecerá obscuro, como mostra a citação de Feymann, acima.

### 3 - UTILIZAÇÃO NO ENSINO DE 2º GRAU

Para eliminar-se a obscuridade presente no conceito faz-se necessário a apresentação ao final das etapas de ensino deste, da problemática associada a ele, mostrando as limitações que temos ao ensiná-lo.

Para se ensinar o conceito que estamos falando, há necessidade de alguns cuidados que devem ser levados em conta, a começar por um ensino que tenha como meta também a distinção deste conceito com o de calor (Silva, 1995), além da necessidade de buscar-se sistematizar com os alunos a análise do processo que colocamos aqui, de forma a permitir-se que consiga a construção de um conhecimento não como obra acabada, mas como um processo de permanências e rupturas, onde as lutas e embates de idéias permitam a abertura de várias possibilidades (Gagliardi e Giordan, 1986; Rosmorduc, 1987; Carvalho e Castro, 1992 e Lopes, 1993). A estratégia que se mostra mais interessante constitui-se na elaboração de um texto com elementos da história das ciências e no momento mais final de sistematização se possa discuti-lo com os alunos, de forma a buscar as posições apresentadas.

Pode-se também separar fragmentos das obras citadas, para introduzi-la em momentos especiais, solicitando-se a análise das várias concepções sobre o mesmo conceito e a localização das idéias dos alunos nelas, tentando pedir argumentos que se possa descartá-las ou confirmá-las, criando também um clima de debate na sala de aula.

Para o professor conhecer a história do conceito, bem como o seu desenvolvimento, também se constitui de fundamental importância, pois permite, sabendo das dificuldades que estão agregadas à temperatura, ter uma posição mais flexível e respeitadora das idéias dos alunos e também poder preparar o seu ensino de outra forma.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- AGABRA, J. (1986). Echanges Thermiques. *ASTER*. no 2, pp. 01-41.
- AXT, R. e BRUCKMANN, M.E. (1989). O Conceito de Calor nos Livros de Ciências. Caderno. *Catarinense de Ensino de Física*, 6(2): 128-142.
- BASSALO, J.M.F. (1991). A Crônica do Calor: Termometria. *Rev. de Ensino de Física*. 13(1): 135-161.
- CARVALHO, A.M.P. e CASTRO, R.S. (1992). La Historia de la Ciencia como Herramienta para la Enseñanza de Física en Secundaria: Un Ejemplo en Calor e Temperatura. *Enseñanza de las Ciencias*. , 10(3): 289-294.
- CERVANTES, A. (1987). Los Conceptos de Calor y Temperatura: Una revisión Bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 5(1): 66-70.
- CROMBIE, A.C. (1985). *Historia de la Ciencia: de San Agustín a Galileo*. 2 volumes. (trad.: j. Bernia). 4a ed., Madrid, Alianza Editorial.
- ERICKSON, G. e THIBERGIEN, A. (1989). Calor y Temperatura. in: DRIVER, R., GUESNE, E. e TIBERGIEN, A. (1989). *Ideas Científicas en la Infancia y en la Adolescencia*. (trad.: P. Manzano). Madrid, Eds. Mec e Morata, pp. 89-136.
- FEYNMAN, R.P. (1971). *The Feynman Lectures on Physics*. (Trad.: E. Oelker e H. Espinosa), Panamá, Fondo Educativo Interamericano S.A.
- GILBERT, A. (1982). *Origens Históricas da Física Moderna*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.
- GAGLIARDI, R. e GIORDAN, A. (1986). La Historia de las Ciencias: Una Herramienta para la Enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(3): 253-259.
- GUAYDIER, P. (1984) História da Física. (trad.: A.M. Gonçalves). L Lisboa, Edições 70.
- LOPES, A.R.C. (1993). Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3): 324-330.
- MOULTON, F.R. e SCHIFFERS, J.J. (1986). *Autobiografía de la Ciencia*. (trad.: F.A. Delpiane), 2a ed. México, Fondo de Cultura Económica.
- RONAN, C.A. (1987). História Ilustrada da Ciência. 4 volumes. (trad.: J.E. Fortes). Rio de Janeiro. Jorge Zahar Editor.
- ROSMORDUC, J. (1987). L'Histoire de la Physique peut-elle Eclairer les Obstacles Épistémologiques? *ASTER*, no 5, pp. 117-141.
- SANTOS, M.E.V. (1991). *Mudança Conceitual na Sala de Aula*. Lisboa, Livros Horizonte.

- SILVA, D. (1995). *Estudo das Trajetórias Cognitivas dos Alunos (no Ensino da distinção dos conceitos de calor e temperatura)*. Tese de Doutorado. São Paulo. Faculdade de Educação da USP. (In press.)
- SMORODINSKI, Y. (1983). *La Temperatura*. (trad.: C.Rodriguez). Moscou. Ed. MIR.
- TEIXEIRA, O.P.B. (1992) *Desenvolvimento do Conceito de Calor e Temperatura: A Mudança Conceitual e o Ensino Construtivista*. Tese de Doutorado. São Paulo, Faculdade de Educação da USP.
- TIBERGHIE, A. (1983). Critical Review on the Research Aimed at Elucidating the Sense that the Notions of Temperatura and Heat Have for Students Aged 10 to 16 Years. *Proceeding of the Frirst International Summer Workshop*. Lalonde les Maures (France), pp. 75-90.
- TIBERGHIE, A. (1990). Learning and Teaching at Middle School Level of Concepts and Phenomena in Physics: the Case of Temperature. In: MANDL, H. et al. (eds.) (1990). *Learning and Instruction*. London, Pergamon Press, pp.631-648.

---

### **A Interdependência Conteúdo-Contexto-Método no Ensino de Física: um Exemplo em Física Térmica - Auler, D.; Terrazan, E.A.**

---

A dinâmica da sociedade em que vivemos é, em grande parte, determinada pelo sistema ciência-tecnologia. Por isso, compreender leis e teorias físicas envolvidas no processo de funcionamento de aparatos tecnológicos, bem como na explicação de fenômenos naturais, fazem parte das condições mínimas, básicas para uma participação consciente e transformadora nesta sociedade. A desvinculação entre conteúdo escolar e contexto vivencial do educando, característica predominante no nosso ensino de Física, constitui-se num fator limitante à essa participação.

Na perspectiva de contribuir para superar esta desvinculação elaboramos uma proposta didático-pedagógica para o ensino da Física Térmica na escola média. Esta proposta consiste numa "reinvenção", num contexto específico, dos três momentos pedagógicos veiculados nas obras de José A. P. Angotti e Demétrio Delizoicov destinadas ao ensino de Ciências e da Física em particular.

Na elaboração desta proposta, aliada à dinâmica dialógica dos três momentos pedagógicos (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento), contemplaram-se preocupações como a consideração das concepções espontâneas dos alunos e a utilização da história da ciência como estruturantes metodológicos. Esta proposta foi desenvolvida com uma turma de alunos de 2ª série do ensino médio de uma escola da rede estadual de ensino do Rio Grande do Sul, na cidade de Santa Maria, durante o 2º semestre de 1994.

A perspectiva de continuidade e extensão desta dinâmica para o ensino da Física, em outras séries e no desenvolvimento de outras temáticas, é contemplada mediante a interação/discussão que estamos mantendo semanalmente com um grupo

de professores de Física da referida escola. Até o presente momento é possível delinear algumas considerações sobre o trabalho realizado, no sentido de se buscar a superação do principal aprendizado que tem sido propiciado pela nossa escola, o aprendizado da passividade.

Como resultados preliminares apresentaremos um detalhamento da proposta, bem como uma análise/reflexão da viabilidade e das possibilidades da mesma em função do desenvolvimento realizado.

---

### **Ensino de Calor e Temperatura: uma Análise das Mudanças Conceituais dos Alunos - Teixeira, O.P.B.; Carvalho, A. M. P.**

---

Especificamente, o nosso problema está direcionado à verificação da mudança conceitual sobre calor e temperatura, processada nos alunos de segundo grau quando estes são submetidos a um ensino dentro da abordagem construtivista em quatro classes de diferentes professores.

Procuramos identificar as noções que os alunos apresentaram em três diferentes momentos: primeiro dia de aula, dois meses e sete meses após o início do ensino.

As questões que foram objeto de estudo envolviam situações onde se enfocava o processo de aquecimento de um corpo, sendo este o ponto principal de discussão em sala de aula durante os dois meses de ensino. As questões foram as seguintes:

- ⇒ No dia a dia usamos muitas vezes cubos de gelo para esfriar refrescos, sucos ou refrigerantes. Como você explica o fato do gelo tornar estas bebidas mais frias?
- ⇒ A vovó Donaldta tira a torta do forno e a coloca na janela. Explique por que ela esfria.
- ⇒ Uma xícara de chá à temperatura de  $80^{\circ}\text{C}$  é deixada sobre uma mesa de uma sala, cuja temperatura ambiente é mantida a  $25^{\circ}\text{C}$ . Após algum tempo notamos que o chá esfria e sua temperatura passa a ser a mesma da sala, ou seja,  $25^{\circ}\text{C}$ . Explique microscopicamente este processo.
- ⇒ Se segurarmos a ponta de uma barra de ferro e colocarmos a outra extremidade no fogo, com o passar do tempo nossa mão ficará quente. Explique detalhadamente o que ocorre.
- ⇒ Explique como um corpo, que é colocado sobre o fogo, se aquece.

A forma de coleta de dados por nós utilizada foi através de material escrito, sendo que a análise das respostas alicerçou-se dentro de uma categorização abrangendo todas as explicações causais dos alunos que foram enquadradas em três diferentes grupos:

- I. explicações cujas estruturas se revelaram menos elaboradas, apresentando simples descrições dos fenômenos, comportando elementos que se alicerçam nos observáveis e não nas coordenações.

- II. explicações cujas estruturas fizeram alusão ao processo envolvido na transferência de calor, transparecendo a substancialização do calor, comportando uma causalidade solidária com mecanismos envolvendo observáveis que estão ligados às coordenações.
- III. explicações que mencionaram elementos ligados ao processo de tal forma que a causalidade é solidária às coordenações envolvendo não observáveis.

Sabemos que situações ligadas aos fenômenos térmicos estão presentes na vida dos indivíduos desde a mais tenra idade: desta forma, a noção de calor e temperatura acaba tendo uma íntima relação com as experiências vivenciais do seu dia a dia, assim, é normal haver uma estreita dependência entre os conceitos e a linguagem utilizada.

Considerando este aspecto, pudemos verificar que tal fato também com a nossa amostra, quando da análise das explicações fornecidas pelos alunos frente às questões que foram propostas.

No início do ensino, quando os alunos foram deparados com questões envolvendo situações do cotidiano, como o resfriamento do líquido e o resfriamento da torta, pudemos constatar também que eles usavam explicações cujas estruturas se revelaram menos elaboradas à medida em que se utilizavam de argumentos envolvendo simples descrições dos fenômenos, expondo qualidades dos materiais ou substâncias. Tais explicações se alicerçavam nos observáveis, como por exemplo: "se ela deixasse a torta no forno, ela permaneceria quente, porque está num local quente e fechado, mas, tirando ela do forno e colocando-a num ambiente aberto, mesmo com o calor do sol, ela esfriará".

Tais explicações envolvendo observáveis foram verificadas com uma predominância maior na questão que abordava o resfriamento da torta do que aquela que considerava o resfriamento do suco. Tal motivo pode ser atribuído ao fato dos alunos considerarem, no caso da "torta", o sistema aberto, à medida em que o ar é considerado desprezível, como se o resfriamento fosse algo espontâneo, logo ar e objeto passam a ser tomados como um único sistema.

Por outro lado, na questão envolvendo o resfriamento do líquido através da pedra de gelo fica mais evidente a observação das duas fontes (líquido - fonte quente e gelo - fonte fria), verificando-se uma incidência maior de justificativas onde são levados em conta mecanismos envolvendo observáveis que estão ligados às coordenações à medida em que os observáveis se aportam na conceitualização do calor através da substancialização, isto é, da consideração do calor como fluido, como por exemplo: "pois a temperatura do gelo é passada para o líquido".

Contudo, com relação à transferência do calor, os elementos considerados pelos alunos foram o gelo e o líquido (fonte fria e fonte quente), sendo que, em nenhuma das explicações, o recipiente e o ar, também envolvidos na situação, foram considerados relevantes.

Com relação ao teste aplicado logo após o ensino, pudemos verificar que houve mudanças em nível explicativo nas respostas dos alunos, à medida em que foram constatadas explicações envolvendo a agitação das moléculas. Tais explicações foram verificadas em pelo menos uma das três questões envolvidas neste teste (com exceção, unicamente, de dois alunos que não forneceram em nenhuma delas respostas enquadradas em tal categoria).

Apesar da mudança em nível explicativo, verificamos a coexistência de dois diferentes modelos, pois, ao mesmo tempo em que o aluno explica uma questão utilizando-se de justificativas envolvendo o calor como fluido, em outra emprega o modelo envolvendo a agitação das partículas. Os dois modelos sobrevivem conjuntamente, sem que isso ocorra conflito nos alunos.

Para algumas situações o modelo envolvendo a substancialização tem um poder explicativo que satisfaz - não existe para o aluno insatisfação com o modelo antigo para ele utilize o modelo de partículas - não há rivalidade entre eles.

Com relação ao teste aplicado após decorrer cinco meses do ensino, as explicações fornecidas pelos alunos acabam por estar voltadas novamente ao modelo envolvendo a substancialização do calor, não se verificando, desta forma, um descontentamento com a concepção anterior.

Por outro lado, pudemos observar, ainda, uma evolução com relação às explicações envolvendo o equilíbrio térmico e explicações que remontam ao modelo calórico correto, visto que a transferência do calor ocorre no sentido da fonte quente para a fonte fria.

Um retrocesso a nível explicativo bastante acentuado é, deste modo, verificado após decorrido os cinco meses de ensino, a proporção em que os alunos retomam o modelo antigo, ou seja, o modelo de calor tomado como fluido.

Outro fato que nos chamou a atenção, com relação às explicações envolvidas logo após o ensino, foram aquelas que mencionavam o modelo envolvendo a agitação das partículas aliadas à uma explicação que chamamos de alternativa. Tais explicações foram, em grande parte influenciadas por uma das atividades que foram realizadas durante o ensino que foi a apresentação de um filme intitulado "estrutura da matéria - modelo cinético", sendo que o modelo apresentado envolvia a visualização dos movimentos efetuados pelas partículas fazendo com que os alunos carregassem um fator explicativo muito forte - são elementos perceptíveis através da visualização de um modelo esquematizado.

O fato de aparecer no filme a difusão de um sólido que representava o modelo, na qual as moléculas trafegavam, fez com que os alunos generalizassem tal representação para explicarem o aquecimento da barra.

Outro aspecto a ser salientado, quando da análise das respostas, foi a verificação de uma nítida mudança no vocabulário empregado pelos alunos pois suas explicações vêm associadas à utilização de um vocabulário ligado ao modelo cinético molecular, ainda que, não diferenciando em situações cotidianas, os conceitos de calor e temperatura.

## BIBLIOGRAFIA

- ALBERT, E. "Development of the concept of Heat in children". *Science Education*, 62(3), 389-399, 1978.
- CLOUGH, E.C. e DRIVER, R. "Secondary students' conceptions of the conduction of Heat: bringing together scientific and personal views". *Phys. Educ.*, 20, 176-182, 1985).
- COLL, C. "Acción, interacción y construcción del conocimiento in situaciones educativas". *Anuario de Psicología*, 33, 61-70, Barcelona, 1985.
- DRIVER, R. "Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos". *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 3-15, 1986.
- DRIVER, R. "Um enfoque construtivista para el desarrollo del currículo en Ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109-120, 1988.
- DRIVER, R. e BELL, B. "Students' thinking and learning of Science a constructivist view". *SSR*, 443-455, 1986.
- ERICKSON, G. "Children's conceptions of Heat and Temperature". *Science Education*, 63(2), 221-230, 1979.
- ERICKSON, G. "Children's viewpoints of Heat: a second look". *Science Education*, 64(3), 323-336, 1980
- GIL-PÉREZ, D. "La metodología científica y la enseñanza de las Ciencias. Unas relaciones controvertidas". *Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 111-121, 1986.
- HEWSON, M.G. "The acquisition of scientific knowledge: analysis and representation of student conceptions concerning density". *Science Education*, 70(2), 159-170, 1986.
- MACEDO DE BURGHI, B. e SOUSSAN, G. "Estudio de los conocimientos pre-adquiridos sobre las nociones de Calor e Temperatura en alumnos de 10 a 15 años". *Enseñanza de las Ciencias*, 83-90, 1985.
- PIAGET, J. e GARCIA, R. *Las Explicaciones Causales*, Barral ed., Barcelona, 1973.
- POSNER, G.; STRIKE, K.A.; HEWSON, P.W. e GERTZOG, W.A. "Accommodation of scientific: toward a conception a theory of conceptual change". *Science Education*, 66(2), 211-227, 1982.
- SHAYER, M. e WYLAM, H. "The development of the concepts of Heat and Temperature in 10-13 years old". *J. of Res. in Science Teaching.*, 18, 419-434, 1981.
- TIBERGHEN, A. "Learning and teaching at middle school level concepts and phenomena in Physics: the case of temperature" a ser publicado no *Learning and Instruction*, 2(1), 631-648, Pergamon Press, 1989.

## 1) DAQUILO QUE JÁ SE CONHECE:

A maioria das pesquisas, realizadas nas últimas décadas, tem revelado que o ensino de ciências em geral e o de Física em específico se caracteriza por não levar em consideração aspectos históricos, questões sociais ou ainda que se relacionem com aquilo que está ao redor do aluno; por se ater ao livro texto o qual determina os conteúdos a serem desenvolvidos, formas de ensino a serem utilizadas, tipos de avaliação a serem aplicadas (geralmente centrada exclusivamente no conteúdo); por um método de ensino que não dá a devida importância às concepções manifestas pelos alunos; etc. (Posner, 1982; Osborne e Wittrock, 1983; Yager e Penick, 1983; Gil, 1983; Driver, 1985; Gil Perez, 1993 etc.).

Em função desse tipo de ensino cria-se uma visão deformada tanto de ciência quanto dos cientistas, que tem como características o *empirismo*, que não aponta para o pensamento criativo (levantamento do problema, emissão de hipóteses, modelos, etc.); o *formulismo*, ou seja, a aplicação mecânica de fórmulas na resolução de exercícios; *uma visão linear e acumulativa do desenvolvimento científico*, longe de entendê-lo como algo vivo, em constante evolução, com períodos de crise e profundas mudanças (Kuhn, 1978); *pela sua absoluta falta de relação com as coisas reais que estão ao nosso redor* (Penick e Yager, 1986).

Em 1989, Solbes e Vilches realizaram uma pesquisa na Espanha que concluiu que nesse país *o ensino de ciências mostrava uma imagem de ciência desconectada da realidade, sem nenhuma interação com a tecnologia e completamente alheia aos problemas sociais.*

Também quando da análise de textos, esses autores constataram que: *76,9% dos livros analisados não realizavam um tratamento das relações ciência/tecnologia; 99,6% não mostravam as implicações sociais, culturais, econômicas, etc. da ciência; 93,6% não abordavam o papel que a ciência jogou e joga na transformação do meio e os problemas derivados desse fato; 97,8% não mostravam o papel jogado pela ciência ao longo da história da humanidade; 99,7% não mostrava a ciência como fruto de trabalho coletivo; 99,2% não contribuíam para a formação de futuros cidadãos, preparando os alunos para a tomada de decisões; 98,6% não incentivavam a valoração crítica; 99,8% não traziam à tona as idéias dos alunos sobre a ciência e sobre os cientistas; e, conseqüentemente, 98,7% não tratavam de modificar tais idéias.* Dessa forma mostraram que naquele país os livros textos ofereciam uma imagem de ciência empirista, acumulativa e formulística, que não levavam em consideração aspectos qualitativos, de tipo histórico, sociológico, humanístico, tecnológico, etc., ou seja, de relações Ciência/Tecnologia/Sociedade. Lembraram ainda que esses livros são o instrumento habitual e majoritariamente utilizado pelos professores em sala de aula e dessa forma

esse tipo de ensino teria como conseqüência uma influência negativa na imagem que os alunos recebem de ciência e daqueles que a constróem podendo contribuir para a atitude de desprezo para com a ciência e sua aprendizagem por parte dos alunos, já investigadas e publicadas (Schibeci, 1984; Boyer e Tiberghien, 1989...).

Seria diferente a realidade brasileira? Acreditamos que não. Se realizássemos uma pesquisa com as mesmas preocupações que aquela realizada por Solbes e Vilches, muito provavelmente encontraríamos percentuais muito semelhantes.

## 2) DAS IMPLICAÇÕES

Ainda com relação a publicação de Solbes e Vilches, eles concluem que a ausência do estudo dos aspectos Ciência/Tecnologia/Sociedade tem como conseqüências o pouco interesse, em geral, dos alunos em relação ao estudo da ciência (no caso a Física e a Química) e que, pelo menos parte deles vêm a necessidade de relacionar a ciência com o mundo que os rodeia, com suas aplicações e seus contornos, apesar da imagem deformada que recebem e que produz na grande maioria dos casos o desconhecimento total das possibilidades destas disciplinas em transformar a sua aprendizagem em algo apaixonante.

Complementar a essa visão é o que apresentam Carvalho e Gil Perez (1993) quando apontam a importância do papel social das ciências como qualquer outra atividade humana, determinada também pelos aspectos históricos do seu tempo. Fora dessa concepção estaríamos nos encerrando à pura transmissão de conteúdos conceituais e portanto nos distanciando da realidade

## 3) DO QUE FOI FEITO NA EAFEUSP

Ao contrário da prática desenvolvida pelos atuais cursos de Física, que se caretizam por definir conceitos, desenvolver uma teoria e se generalizar com exemplos ilustrativos, para contemplar as relações Ciência/Tecnologia/Sociedade, propomos iniciar o curso de Física Térmica pelo levantamento da realidade dos alunos, pois “...um bom conhecimento da matéria significa para o docente saber *selecionar conteúdos adequados que proporcionem uma visão atual da ciência e sejam acessíveis aos alunos e suscetíveis de interesse*” (grifos dos autores) (Carvalho e Gil Perez, opus cit.); buscar em seguida com estes a classificação, o agrupamento e a particularização, das coisas associadas ao seu cotidiano.

Muitas dessas coisas que surgem desse levantamento, classificação e posterior particularização acaba por ter uma ligação direta com as relações Ciência/Tecnologia/Sociedade aparecendo, portanto, na discussão de sala de aula e ao mesmo tempo enriquecendo-a. Ilustrações dessa metodologia que podemos citar são: no levantamento das coisas associadas ao calor e temperatura, feito no início do curso com posterior classificação apareceram coisas tais como álcool, gasolina, microondas, sol, fornos, motores de automóveis, geladeiras, etc. Na discussão

particularizada desses elementos, máquinas ou sistemas naturais (forma como classificamos) foram realizadas pesquisas entre produção de energia versus preço por litro de combustíveis tais como álcool, gasolina, querosene, etc...; realizados cozimentos de bolos (com a mesma receita) em fornos à gás e no forno de microondas avaliando-se desempenho; pesquisa e discussão sobre a aplicação da Física Térmica aos fenômenos naturais tais como geada, granizo, neve; pesquisa e discussão das primeira e segunda leis da termodinâmica aplicadas, respectivamente, ao motor térmico (ciclos 4 e 2 tempos) e aos refrigeradores; e outros mais.

Este tipo de abordagem se mostra interessante e importante para os alunos. Por outro lado, corre-se o risco, de numa visão exagerada cair em um tecnicismo, onde a tecnologia suplanta a ciência e os aspectos sociais.

Este risco exposto, ao nível de segundo grau deve ser considerado, pois na extensão dos conhecimentos desses alunos, o tecnicismo acaba por ser enciclopédico e superficial, no que diz respeito ao próprio saber da técnica.

Para se evitar o chamado risco, o professor deve ter o papel de orientador do processo e guia das atividades ou como sugere Astolfi e Peterfalvi (1993) alertam para o fato de que para se realizar um ensino que permita aos alunos superar os seus obstáculos epistemológicos<sup>5</sup>, há várias maneiras possíveis, desde que levem em conta aquilo que o aluno conhece e que reconheça-o como construtor do seu próprio conhecimento. Todas elas devem ter claro que as atividades devem ser abertas o suficiente para que os alunos ponham em jogo as suas próprias idéias e que tenha uma dose de rigidez do professor para que não se perca de vista o conceito que se deseja construir.

Ainda, na perspectiva construtivista, as atividades devem ser continuamente revistas para que se possa atender os alunos e que, essas atividades possam acompanhar o desenvolvimento do curso, sem perder de vista o que se deseja ensinar (McDermott, 1993).

Também o professor deve ter uma clareza sobre a estrutura dos conteúdos e uma visão do todo que se quer ensinar, sem a qual não poderá localizar o que é essencial, direcionando o curso para ele, ficando assim no *laissez-faire* pedagógico.

Com essa experiência que realizamos na EAFEUSP pudemos perceber que a utilização de atividades que envolvem as relações Ciência/Tecnologia/Sociedade associadas ao fio condutor de cada tema pode contribuir para uma melhoria da atitude dos alunos em relação à Física, substituir seu desinteresse por uma atenção de melhor qualidade e reconhecer que o estudo da Física pode contribuir para a sua formação de futuro cidadão, preparando-o para a tomada de decisões e desenvolvimento de seu potencial crítico.

---

<sup>5</sup>O sentido do termo obstáculo epistemológico, que os autores citados utilizam, é o mesmo dado por BACHELARD (1975.), mas também há uma

interpretação de que a mudança conceitual do aluno, passa pela superação de vários obstáculos interiores ao seu conhecimento.

**4) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ASTOLFI, J.P. e PETERFALVI, B. (1993). Obstacles et Construction de Situations Didactiques en Sciences Expérimentales. *ASTER*, no 16, pp. 103-142.
- BACHELARD, G. (1975). *La formation de L'Esprit Scientifique*. 9a ed.. Paris, VRIN.
- CARVALHO, A.M.P. e GIL PEREZ, D. (1993). *Formação de Professores de Ciências*. São Paulo, Cortez ed.
- BOYER R. E TIBERGHIE, A. (1989). Las Finalidades de la Enseñanza de la Física y la Química vista por profesores y alumnos franceses. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3):213-222.
- DRIVER, R. (1985). *The Pupil as Scientist?*. London, Milton Keynes, Open University Press.
- GIL PEREZ, D.(1993a). Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al Desarrollo de um Modelo de Enseñanza/Aprendizaje como Investigación. *Enseñanza de la Ciencias*, 11(2): 197-212.
- KUHN, T.S. (1978). *A Estrutura das Revoluções Científicas*. (trad.: B. V. Boeira e N. Boeira) 2a ed. São Paulo, ed.Perspectiva.
- McDERMOTT, L.C. (1993). Como Enseñamos y como Aprendem los Estudiantes. Un Desastre? - 2a parte. *Rev. Enseñanza de la Física*. 6(2): 19-28.
- OSBORNE, R. E WITTRICK, M. (1983). Learning Science: a Generative Process. *Science Education*, 67: 490-508.
- POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. e GERTZOG, W.A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2): 211-227.
- SCHIBECI, R.A. (1984). Attitudes to Science: An Update. *Studies in Science Education*, 11:26-59.
- SOLBES, J. E VILCHES, A. (1992). El Modelo Construtivista e las Relaciones Ciencia/Técnica/Sociedad (C/T/S). *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2): 181-186.
- YAGER, R.E. E PENICK, J.E. (1983). Analysis of the Current Problems with School Science in USA. *European Journal of Science Education*, 5:463-469.
- YAGER, R.E. E PENICK, J.E. (1986). Trends in Science Education: Some Observations of Exemplary Programme in the United States, *European Journal of Science Education*, 8(1): 1-8.

**El Eclipse del 03/11/1994 y un Ejemplo de Aprendizaje Significativo en Accion Tignanelli, H.**

---

*Puede observarse y registrarse un eclipse total de sol sin que se pierda la fascinacion que despierta, ni la rigurosidad que exige la ciencia? Es necesaria una habilidad especial para hacerlo? Existe un momento cognitivo para entenderlo o una estrategia unica para enseñarlo? En este trabajo se discuten algunas respuestas a estas y otras cuestiones a partir de una experiencia educativa, no formal: un "campamento científico" organizado por educadores y profesionales de Argentina y Brasil, en Lagoa do Camacho (Santa Catarina, Brasil), entre el 30/10 y el 5/11 de 1994, con motivo del eclipse total de sol producido el 3/11, de 1994. Participaram del mismo estudiantes de nivel primario, secundario y universitario de ambos países, coordinados por especialistas en diferentes disciplinas (Geofísica, Física, Biología, Psicología, Química, Astronomía, Docencia, Geología, Paleontología, Medicina, Bibliotecología, Fotografía, Meteorología, Recreología), sumando un contingente de 50 persons en total. El lugar elegido fue el sitio continental donde se dio la mayor duracion de la fase de totalidad del eclipse. Durante la experiencia, estudiantes y coordinadores desarrollaron, entre otras, las siguiente tareas: reconocimiento de cielo; manejo de instrumentos; montaje de una estacion meteorológica y un laboratorio fotografico completo; observacion visual, fotográfica y en video de las diferentes fases del eclipses, estudio de las conductas del entornobiologico del lugar durante el fenomeno; estudio de la ionosfera; registro y interpretacion de las condiciones climaticas; estudio de las consecuencias sociales en una comunidad cercana al campamento. En este trabajo, se presenta un balance de las actividades realizadas y se discute como las mismas permitem trabajar conceptos tales como el de *aprendizaje significativo*. Se muestra ademas el planteo didactico imlementado, los resultados pedagogicos obtenidos y los aportes reflexivos de la experiencia, orientados hacia la investigacion en educacion de la Astronomia.*

---

**Curso de Atualização sobre Raios Cósmicos para Professores de Ciências e Física: Modernizando o Currículo de Física no 1º e 2º Graus - Pereira, O. S.**

---

Um dos vários problemas na atuação do professor de Ciências e Física é a falta de domínio de conteúdos relacionados à Física Moderna e Contemporânea (FMC). Os professores dessas disciplinas limitam-se a repetir conteúdos tradicionais, reproduzindo, simplesmente, os livros didáticos. Para diminuir essa lacuna na formação dos professores ministramos dois cursos de atualização, um para professores de Ciências em julho de 1993 e outro para professores de Física, em janeiro do mesmo ano, sob a coordenação do prof. Dr E. W. Hamburger (IFUSP),

financiados pelo Convênio Vitae/USP e pela Fundação para Desenvolvimento da Educação (FDE) da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Esses cursos nos permitiram fazer as seguintes constatações:

- a inclusão de tópicos de Física Moderna e Contemporânea é viável no 1º e 2º graus (por exemplo, raios cósmicos);
- a visão que os professores têm de FMC resume-se à energia nuclear;
- muitos professores relutam em mudar seus programas e incluir tópicos de FMC, mais atuais e interessantes, alegando vários motivos (vestibular, cumprimento obrigatório de currículo imposto pelas Secretarias de Educação, falta de material, etc);
- vários professores, contudo, se mostraram dispostos a incluir tópicos de FMC, principalmente, os professores de ciências que demonstraram extrema criatividade na elaboração de projetos para o ensino desses conteúdos utilizando métodos e materiais alternativos e de baixo custo.

---

### **Proposta para o Ensino de Astronomia no 1º e 2º Grau**

Makler, M.; Martins, O.

---

Sugerimos a apresentação de idéias relacionadas a astronomia dentro do sistema tradicional das escolas de 1º e 2º graus. Acreditamos que a astronomia seja de grande importância no ensino básico, pois que lida com conceitos básicos e essenciais, como a forma da Terra e os seus movimentos, o conceito de gravitação, etc. O seu estudo ajuda na compreensão de fenômenos do cotidiano como os dias e as noites, as estações do ano, as fases da Lua, a queda dos corpos. A astronomia é também uma matéria que por sua beleza atrai o interesse de qualquer pessoa. É preciso lembrar também que é através do estudo da astronomia que surgiu a Física e a Ciência Moderna em geral (tanto Galileu quanto Newton, que são considerados os pais da Física Moderna foram brilhantes astrônomos). Por isso achamos que este tema também é ideal para apresentar a ciência e os seus métodos, já que desde as primeiras séries do 1º grau os alunos tem aulas chamadas de Ciências sem mesmo saber o que isto significa.

O método proposto é baseado em ampla experiência com professores e alunos de 1º grau, e o estamos estendendo ao 2º (obviamente com as devidas modificações, como adequação ao conteúdo, e à idade). Como foi mencionado anteriormente, não é necessário fazer grandes modificações para inserir a astronomia nestes cursos (na verdade uma pequena parte é vista no 1º e 2º como simples apêndices, e é geralmente mal dada a causa do despreparo de alguns professores), é basicamente uma mudança de mentalidade.

É preciso que o professor tenha consciência que não basta postular os conceitos, é necessário chegar a eles através da experiência e argumentos lógicos, sendo necessário o incentivo por parte do professor para que os alunos reparem mais no cotidiano (como por exemplo observar que o sol nasce em lugares diferentes ao

longo do ano). Assim, através de amplas discussões em sala de aula, chega-se ao modelo mais atual. Isto é perfeitamente factível, e as discussões além de interessarem os alunos criam conceitos mais sólidos já que o aluno realmente se convence de que aquilo que ele está estudando é real e explica o mundo que ele observa diretamente. Assim, professor e aluno estarão fazendo exatamente o que é chamado de método científico, mostrando que ciência não é coisa chata.

---

### **Astronomia para Crianças: Representação Infantil do Eclipse do Sol do dia 03/11/94 - Nascimento, S.S.; Bittencourt, M.K.C.**

---

A utilização da Astronomia como prática pedagógica é um fator motivador do aprendizado visto que é natural na criança a curiosidade e a fascinação pelos fenômenos que envolvem o Universo. Percebemos isso se fizermos uma reflexão sobre como elas são facilmente envolvidas, pelos filmes de ficção, jogos eletrônicos e revistas que apresentam temas do Espaço Cósmico, sem nos esquecermos o quanto são fãs dos super-heróis que exploram com ousadia o Universo.

A criança desde muito cedo começa a explorar o ambiente onde vive, mas a Astronomia pode ampliar sua visão, que irá além do âmbito familiar, da sua cidade, do seu estado, do seu país; vai situá-la no Universo.

As pessoas, no cotidiano dos grandes centros urbanos, em geral perdem a dimensão dos fenômenos associados a nosso planeta e ao universo. Mostrar às crianças que, em vez de andar olhando para a frente, elas podem voltar seus olhos para cima e assistir o maravilhoso espetáculo dos Planetas e das Estrelas é uma forma de ampliar nelas a visão de mundo e de consciência da Terra como corpo cósmico.

Trabalhamos com trinta criança de dez a onze anos da 5ª série de uma escola particular de Belo Horizonte. Durante o desenvolvimento do trabalho tínhamos como um dos objetivos prepará-los para observar o eclipse do sol do dia 03 de novembro de 1994.

Nossa pesquisa iniciou-se com o desenvolvimento da unidade de Astronomia levantando os elementos básicos para a compreensão de fenômenos astronômicos como: orientação sobre a superfície da Terra, movimento diário e anual dos planetas, referenciais etc. Após esse estudo os alunos realizaram um levantamento bibliográfico sobre o eclipse, aproveitando o farto material que a imprensa divulgou no último mês. A partir do material recolhido, eles elaboraram previsões e explicações para o eclipse. No dia do eclipse os alunos, devidamente preparados, foram até uma praça onde puderam observá-lo.

Apresentamos o resultado da análise comparativa entre as previsões e explicações anteriores e o relatório da observação do eclipse. A investigação foi também realizada através de questionários, desenhos e entrevistas.

O resultado evidencia o valor das crenças nas explicações que caracterizam a representação do mundo na criança bem como os seus determinantes culturais.

Foi possível constatar nas representações dos alunos algumas categorias representativas das características do pensamento infantil. Identificamos também diferentes níveis de hipóteses a respeito do fenômeno do eclipse solar.

---

### **Representação do Planeta Terra por Professores Alfabetizadores**

Nascimento, S.S.

---

O verbo investigar (do latim *in-vestigare*), segundo o Aurélio, significa seguir os vestígios de, isto é, dos elementos ou das características dos objetos sociais a serem destacados. Os elementos de nosso cotidiano podem se apresentar como obstáculos ao conhecimento e à transformação do objeto. Nas propostas curriculares das primeiras séries da escola fundamental é comum encontrarmos a proposta de investigar o planeta Terra. Para concebermos a Terra como corpo cósmico necessitamos trabalhar com alguns modelos. No estudo do planeta Terra é comum aparecer a dificuldade de dimensioná-lo com suas camadas interiores e as da atmosfera que o circunda. Os livros, em geral, apresentam essas camadas fora de escala, transmitindo uma idéia equivocada das proporções reais entre elas. Desenvolver nas crianças a concepção de Terra como corpo cósmico não é uma tarefa simples. Assim como aconteceu com a humanidade, este conceito evoluiu paulatinamente ao longo do desenvolvimento infantil. As crianças apresentam diversas concepções sobre nosso planeta, principalmente o concebem como um disco achatado e plano; uma semi-esférica ou uma esfera oca com as pessoas vivendo em seu interior.

Nosso trabalho analisa a atividade proposta à professores alfabetizadores de representar as camadas interiores e a atmosfera da Terra. O objetivo da atividade antes de tudo foi o de possibilitar aos professores a reflexão sobre estratégias educativas que possam promover uma Educação relacionada ao Ambiente. Nesse sentido, a atividade trabalha com uma visão sistêmica do planeta evidenciando a fragilidade da biosfera.

Pela representação dos professores, percebemos a avaliação equivocada das dimensões de nosso planeta. O trabalho de representar o planeta, em escala, foi uma atividade de impacto que possibilitou a discussão interdisciplinar dos problemas que envolvem a Educação Ambiental.

---

### **Eclipse Anular do Sol (29/04/95): Informações Gerais para Norte e Nordeste do País - Araújo, N.M.**

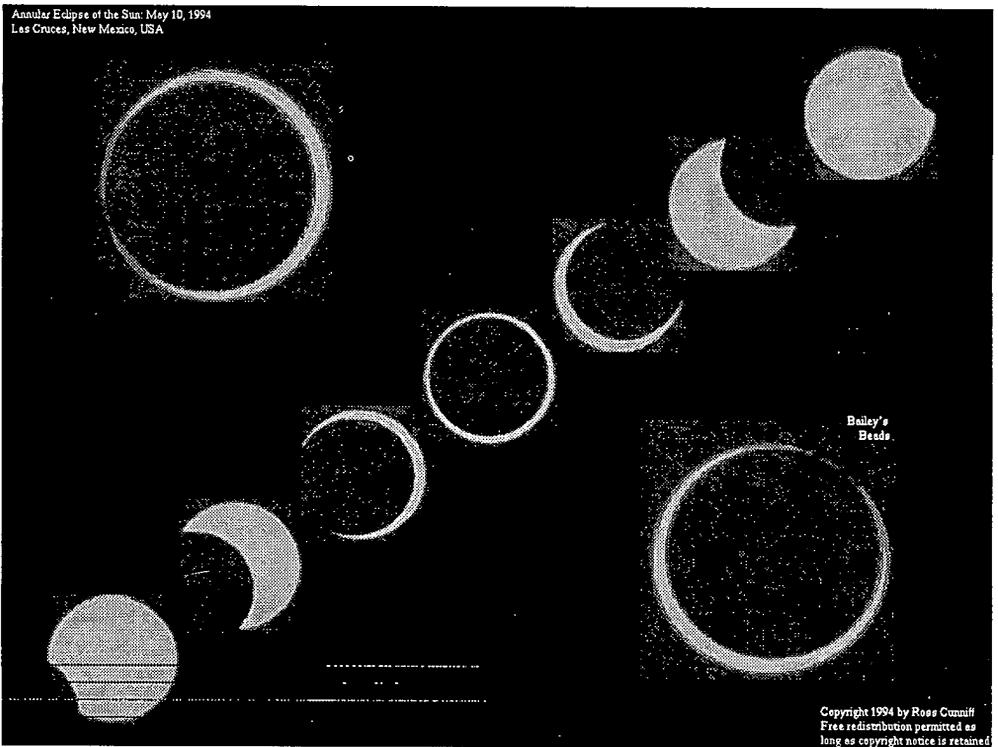
---

#### **Resumo**

Ainda sob o efeito do último eclipse total do Sol, visto no Sul em 03/11/94, certamente o eclipse anular do Sol de 29/04/95 atrairá muita atenção do público. Novamente surge uma grande oportunidade de usar um fenômeno astronômico em

sala de aula. Desta vez o eclipse não será total mas mesmo assim é um fenômeno imperdível. Quatro capitais e seis estados brasileiros estão na região onde o eclipse será anular e o restante do país verá um eclipse parcial. Num eclipse anular o Sol não é totalmente ocultado pela Lua, a imagem do Sol se apresenta como um anel de luz ao redor de um disco negro.

Neste trabalho indicamos os dados gerais sobre o fenômeno e discriminamos os meios seguros de observa-lo. Em cima da experiência obtida no eclipse de 94 podemos traçar orientações sobre o uso didático e a divulgação correta destes fenômenos. A campanha do último eclipse foi a pioneira ao levantar, de forma metódica, o perigo de danos visuais devido ao uso indevido de filtros improvisados.

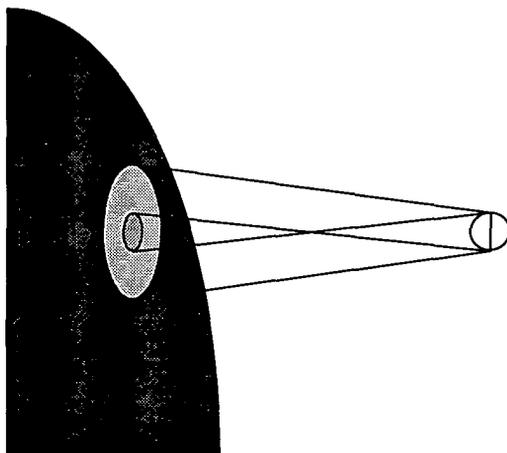


Seqüência de um eclipse anular visto nos EUA e Canadá em Maio de 1994.

## O QUE É UM ECLIPSE ANULAR?

As condições para que ocorra um eclipse solar implicam que a Terra, a Lua e o Sol se alinhem no espaço, nesta ordem. Essa situação só ocorre quando a Lua cruza o plano que contém a Terra e o Sol (a eclíptica) na fase da Lua Nova. No caso do eclipse anular outra particularidade se coloca: a Lua se encontra em uma posição na órbita em que sua distância a Terra é maior (lembrando que a órbita é ligeiramente elíptica). Ao mesmo tempo o Sol se encontra mais próximo da Terra. Essas duas

situações juntas fazem com que o diâmetro aparente da Lua seja menor que o do Sol. Assim a Lua não consegue ocultar totalmente o Sol deixando um anel luminoso no momento máximo do eclipse em uma faixa chamada de *zona de anularidade*.



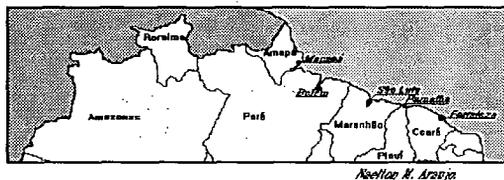
Num eclipse anular o cone de sombra não chega a atingir a superfície da Terra o que faz com que na região de sombra ainda se consiga ver um fino anel de luz da fotosfera solar.

### CONDIÇÕES DO ECLIPSE:

O eclipse de 29/04/95 será visível em todo o Brasil mas não da mesma maneira em todas as regiões.

A faixa de anularidade entra no país pelo noroeste do Amazonas até a altura da cidade de Barcelos. Depois inclui o sul do Roraima e entra no Pará pelo noroeste. Prossegue englobando o sul do Amapá até Macapá, passa por Belém e Capanema. Daí pega uma estreita faixa do litoral norte de 3 estados nordestinos: Maranhão (inclusive S. Luiz), Piauí (Parnaíba) e Ceará (Fortaleza). Quanto mais a oeste melhores são as condições astronômicas contudo o tempo nublado da região amazônica deve dificultar muito a observação. No nordeste as condições meteorológicas são muito favoráveis contudo o Sol estará muito baixo (menos de 20 graus no momento da máxima ocultação em Fortaleza).

**Região de Anularidade do Eclipse de 29/05/94**



Mapa da região de Anularidade (baseado em ESPENAK E ANDERSON, 1994).

**Horários aproximados para o eclipse.**

**PARCIAL:**

| CIDADE              | INICIO | FIM   |
|---------------------|--------|-------|
| Manaus - AM*        | 13:40  | 17:15 |
| Salvador - BA       | 14:40  | ----- |
| Recife - PE         | 14:46  | ----- |
| Brasília - DF       | 14:40  | 17:13 |
| Rio Branco - AC*    | 13:00  | 17:00 |
| Rio de Janeiro - RJ | 14:40  | 16:50 |
| Porto Alegre - RS   | 14:20  | 16:30 |

Valores interpolados graficamente, erro máximo da ordem de 3 minutos.  
Os traços indicam que o eclipse acaba após ao pôr do Sol.

**TOTAL:**

| CIDADE         | INICIO | FIM   |
|----------------|--------|-------|
| Barcelos - AM* | 14:27  | 14:33 |
| Macapá - AP    | 15:57  | 16:03 |
| Belém - PA     | 15:59  | 16:05 |
| Capanema - PA  | 16:00  | 16:09 |
| São Luiz - MA  | 16:05  | 16:11 |
| Parnaíba - PI  | 16:12  | 16:17 |
| Fortaleza - CE | 16:13  | 16:18 |

Valores interpolados graficamente, erro máximo da ordem de 2 minutos.  
(FIALA et all 1986)

Neste e século aconteceram 4 eclipses anulares visíveis em território brasileiro. Até o ano 2090 teremos mais 6 eclipses incluídos este.

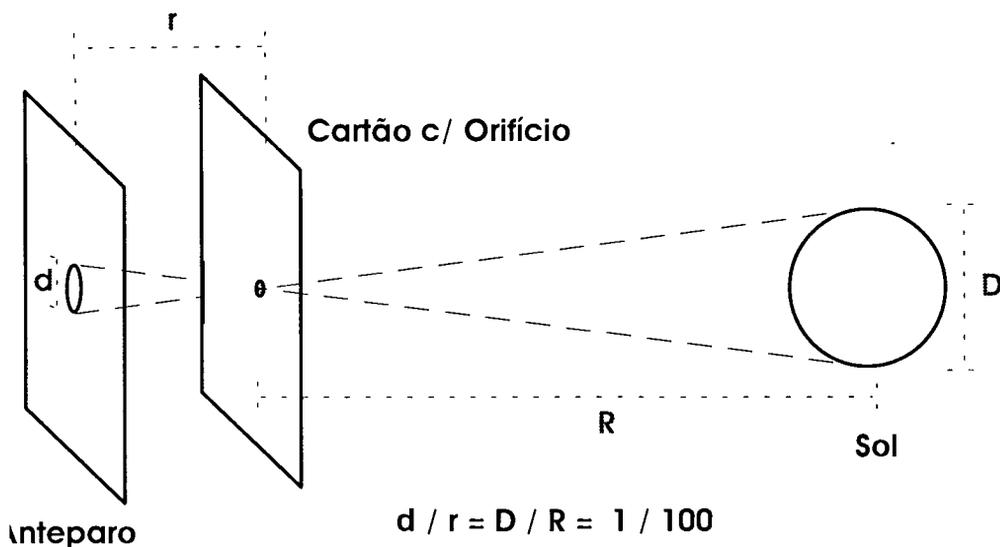
| Data              | Região                              |
|-------------------|-------------------------------------|
| 10/07/1907        | Centro-Oeste e Sudeste.             |
| 28/03/1922        | Amapá, Pará e Amazonas.             |
| 11/09/1969        | Paraná.                             |
| <b>29/04/1995</b> | <b>Norte e Nordeste.</b>            |
| 14/10/2023        | Extremo Norte (Amazonas e Roraima). |
| 26/01/2028        | Extremo Norte (Amazonas e Roraima). |
| 12/09/2034        | Rio Grande do Sul.                  |
| 06/12/2067        | Sudeste e Mato Grosso do Sul.       |
| 16/01/2075        | Amapá e litoral norte do Nordeste   |

(OPPOLZER, 1962)

### COMO OBSERVAR:

A questão da segurança está ligada a diversos casos de retinite solar em eclipses passados fartamente documentados na literatura oftalmológica (ARAÚJO, 1994). Tais riscos visuais motivaram o oftalmologista e astrônomo amador Ralph Chou do Canadá a proceder um estudo metódico de alguns meios utilizados como filtros solares. Vários trabalhos de divulgação e ensino aconselham meios indiretos, isto é, aqueles em o observador não olha na direção do Sol (TALCOTT, 1994). Geralmente estes meios utilizam o conhecido sistema *pinhole* que projeta a imagem num anteparo.

### Meios Indiretos.



### Meios Diretos.

Abaixo segue uma lista de meios usualmente utilizados como filtros solares que apresentam eficácia duvidosa ou são comprovadamente ineficazes.

### NÃO USE...

1. Filtros fotográficos de densidade neutra de qualquer densidade (permitem índices elevados de infravermelho).
2. Qualquer combinação de filtros fotográficos, inclusive *polaróides* cruzados.
3. Filme colorido velado ou negativos preto & branco velhos (mesmo que velados). Inclui-se nesta categoria as RADIOGRAFIAS USADAS.
4. Filme preto & branco *cromogênico*, isto é, sem prata.
5. Vidro esfumado.
6. QUALQUER FILTRO ATRAVÉS DO QUAL POSSAMOS VER OUTRAS COISAS ALÉM DO SOL E DO FILAMENTO DE UM LÂMPADA BEM BRILHANTE (ÓCULOS ESCUROS, POR EXEMPLO).
7. Filtros de ocular.
8. QUALQUER FILTRO QUE NÃO SE SAIBA SE É SEGURO OU NÃO.

Os únicos filtros testados e recomendados são os seguintes (CHOU, 1981)

1. Filtros com filmes metálicos feitos especialmente p/ observar o Sol. Exemplos: Mylar do tipo Solar Skreen.
2. Duas ou três camadas de filme preto & branco convencional (a base de prata) totalmente exposto e revelado para este fim.
3. Vidro de soldador No. 14 ou maior.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

APOSTILA DO ECLIPSE - 1994 - IAG/USP.

ARAUJO, N. M., - 1994 - *Métodos Seguros de Observar Eclipses Solares* - Notas Técnico-científicas n° 004 - MAST/CNPq.

CHOU, B. R., - 1981 - *Protective Filters for Solar Observation* - J. Roy. Astron. Soc. Can., Vol. 75, No. 1.

ESPENAK, F. & ANDERSON, J. - 1994 - *The April 1995 Annular Eclipse* - em *The Eclipse Chaser's Digest* - number 01, April.

FIALA, A. D.; DeYOUNG, J. A. & LUKAK, M. R. - 1986 - *Solar Eclipses, 1991-2000* - United States Naval Observatory Circular number 170.

OPPOLZER, T. R., - 1962 - *Canon of Eclipses* - Dover Pub. Inc.

TALCOTT, R., - 1994 - *May's Ring of Fire* - Astronomy, May.

---

**Filtros para a Observação Segura de Eclipses: o Caso do Eclipse Solar de 03/11/94 - Neves, M.C.D.; Pereira, J.R.D.**

---

Durante os preparativos para o acompanhamento do último eclipse solar total no Brasil neste século, recomendou-se, para observação direta, poucos "filtros" (exemplos: vidro de soldador nº 14, ISO 4850 e sanduíches de filmes Preto e Branco velados e revelados) e descartou-se o uso de outros (chapas de raios X, sanduíches de filmes coloridos, etc.). O presente trabalho faz uma análise espectroscópica na região do infravermelho e do ultravioleta (transmitância e absorvância) para os seguintes "filtros": chapa de raio X velada, vidro de soldador nº 14 e chapa de raios X mais placa de vidro de janela. Com base nos resultados obtidos, orientamos a comunidade para a observação do eclipse sem risco para a visão.

---

**Lux in Tenebris: Simetria, Temperatura, Luminosidade e Crendices no Eclipse Solar Total de 1994 - Neves, M.C.D.; Costa, L.G.; Ichiba, R.; Lima, S.**

---

O presente trabalho analisa algumas das características físicas mais marcantes do eclipse total do sol de 03 de novembro de 1994, ocorrido na região sul do, país. O fenômeno foi fotografado antes, durante e depois da totalidade em Chapecó-SC. Questões como a simetria da coroa solar, a queda de temperatura e luminosidade são tratadas. Discute-se ainda sobre as origens dos "argumentos" que suportam algumas das principais crendices (quebra de safras, maremotos, nascimentos irregulares, etc.) que rondam os fenômenos dos eclipses e que, infelizmente, encontram na Escola um veículo propagador ideal da mitificação e do medo desse espetáculo grandioso e singular.

---

**Resultados Preliminares da Radiação Solar Global observados no Eclipse Total do Sol, em 03/11/94, em Criciúma, SC - Nunes, M.R.; Zanon, R.**

---

Com o objetivo de obter o valor da ausência da energia solar global (direta+difusa), durante as várias fases do eclipse total do Sol em 03 de novembro de 1994, e complementando o estudo da variação do campo magnético no Brasil, pelo ON - UNAM - INPE (MUNIZ, ORROZCO e DA COSTA), foi realizado uma expedição em conjunto com o Observatório Nacional e a Faculdade de Engenharia de Joinville, à cidade de Criciúma, SC, (lat: -28° 40' e long: 49° 22' W.Gr.). A escolha do local recaiu no fato dela estar bem na faixa de centralidade do fenômeno, o que permitiu uma duração da "quase noite" por 4 minutos e 3 segundos. Esse foi o maior tempo no Brasil. Foi utilizado um piranôgrafo, consistindo de um piranômetro "Star" (de junção a base de silício), cedido pela firma Hobeco Representações (Rio de Janeiro) e um registrador Hewlett Packard, modelo 7155B (110V, 220V ac e 12V dc), do Departamento de Geofísica do ON. O piranômetro teve uma saída de 18,41

mV por  $2 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ . A velocidade do registrador foi de  $5 \text{ min/cm}$  e escala de  $10 \text{ mV/cm}$ , sendo realizado o registro das 7 horas e 52 minutos até as 12 horas e 45 minutos (horário de verão, fuso de -3 horas). As fases do eclipse puderam ser acompanhadas: início do eclipse parcial ( $t_1$ ); eclipse total ( $t_2$  e  $t_3$ ) (duração de 4 minutos e 3 segundos) e fim do eclipse parcial ( $t_4$ ). Complementando o trabalho, foram realizadas medidas de velocidade do vento (anemômetro portátil), temperatura do ar (pirômetro) e umidade relativa do ar (psicrômetro Assman), com equipamento da FEJ.

Houve uma ausência de  $8,791 \text{ cal/cm}^2 \text{ min}$ , desde o início do eclipse parcial, passando pelos quatro minutos de totalidade até o fim do eclipse parcial. Durante a fase de totalidade ( $t_2+t_3$ ) (a Lua totalmente dentro do Sol), a energia solar global caiu a nível noturno, com uma perda de  $1,152 \text{ cal/cm}$  em um minuto. O retorno foi gradativo a medida que a Lua começou a sair da frente do Sol. A temperatura caiu três graus Celsius.



Comunicação Oral A2, comunicação sobre astronomia, XI SNEF, Jan/95, Niterói,  
Foto: Berg Silva

---

**Mudanças Conceituais em Colisões: Interação entre Estudantes - Orquiza de Carvalho, L.; Villani, A.**

---

Em pesquisas que temos realizado sobre a evolução do conhecimento dos estudantes, nosso objetivo tem sido o de reconhecer mecanismos gerais e/ou específicos que regulem o processo. Nestes trabalhos realizamos seqüências de entrevistas individuais com alguns estudantes de segundo grau sobre colisões em Mecânica. As metas da entrevistadora (L.O.C.) eram as de clarificar as idéias dos estudantes, desenvolver sua visão científica e, possivelmente, iniciar um confronto entre idéias científicas e espontâneas. Sua interação com os estudantes consistia em uma combinação de ensino e entrevista: mostrava experimentos simples sobre colisões e possíveis explicações sobre os resultados, questionava as respostas e dava informações para auxiliar o trabalho dos estudantes. As entrevistas foram, na sua maior parte, gravadas em vídeo e transcritas, sendo posteriormente submetidas a uma análise qualitativa. Os resultados referem-se à caracterização dos conflitos cognitivos detectados e da evolução das representações mentais dos estudantes.

Nesta comunicação apresentamos a análise, também qualitativa, de uma seqüência de entrevistas que diferiam das anteriores porque trabalhamos simultaneamente com dois estudantes (LA e ES), o que representou um avanço dentro da meta de nos aproximarmos aos poucos da situação real de sala de aula. Os primeiros resultados revelam que, de um modo geral, a evolução das representações mentais foi semelhante àquela ocorrida com estudantes entrevistados individualmente. Por outro, pudemos notar que as previsões que cada um dos estudantes fornecia aos experimentos físicos eram influenciados pelas idéias do outro, de modo que, na maioria das vezes, acabavam construindo uma única previsão. Também as explicações eram construídas em parceria, sendo que nas entrevistas iniciais havia grande convergência entre as idéias de ambos. Com o transcorrer das sessões pudemos notar diferenças significativas tanto nas idéias quanto no estilo cognitivo de cada um deles.

---

**A Noção de "História" nos Estudos sobre Desenvolvimento de Conceitos Científicos - Gomes, A.L.A.A.; Dal Pian, M.C.; Delgado, C. M.**

---

Teóricos do desenvolvimento de conceitos recorrem com freqüência a noção de "história" ou ao aspecto "histórico" do desenvolvimento, na tentativa de atribuir significados às proposições de suas teorias.

Como sugere Thagard (1992), é possível distinguir, na perspectiva mencionada, pelo menos três tipos de paralelismos (ou teses de recapitulação): (a) a recapitulação de conteúdo (em que a criança evolui seguindo os mesmos estágios

percorridos pelo cientista); (b) a recapitulação das estruturas (em cujo caso a criança passa pelo mesmo tipo de mudança conceitual); e (c) a recapitulação dos mecanismos (em que os mecanismos infantis de desenvolvimento epistêmico são similares aos dos cientistas). Nos três casos, a "correspondência" entre desenvolvimento da criança e desenvolvimento do conhecimento na história da ciência se faz possível na medida em que se postula, tanto para um como para o outro, a existência de parâmetros comuns, em termos dos quais o desenvolvimento pode ser descrito. Além disso, pressupõe-se a existência de uma "continuidade" de desenvolvimento que permite à criança transformar-se num cientista. Um terceiro ponto que merece destaque no debate sobre conceitos, diz respeito à relação tradicionalmente estabelecida pelos pesquisadores entre desenvolvimento conceitual na criança e desenvolvimento do conhecimento na história da ciência.

Dois teorias foram marcantes para o fortalecimento da tese na área de ensino de ciências. Uma foi a teoria das revoluções científicas proposta por Thomas Kuhn e a outra foi a epistemologia genética de Jean Piaget. Apesar de postularem naturezas diferentes para o desenvolvimento (Rolando Garcia -por parte de Piaget- e Susan Carey -por parte de Kuhn- insistem neste ponto), ambas enfatizam a existência de mudanças conceituais fundamentais ao longo da evolução do conhecimento. Tanto Piaget & Garcia como Carey e colaboradores, sugerem procedimentos claros para a descrição desta evolução, enfatizando as mudanças conceituais.

Piaget e Garcia, por exemplo, ao procurarem estabelecer a necessidade de uma ordem do desenvolvimento, recorrem ao paralelismo entre desenvolvimento cognitivo do indivíduo e desenvolvimento de conceitos na história da ciência.

Críticos de Piaget como Carey e Wisner, que questionam a natureza do paralelismo, não deixam de recorrer à história da ciência para demonstrar o seu argumento sobre a diferenciação de conceitos.

Vygotsky e Luria utilizam da análise histórico-científica quando sugerem que o desenvolvimento individual tem paralelos no campo do desenvolvimento sócio-cultural.

Na tentativa de entender os argumentos dos teóricos, realizamos um estudo/análise mais sistemático(a) sobre a noção de "história" empregada por estes autores, ao mesmo tempo em que a inserimos num sistema de conceitos correlatos como desenvolvimento, evolução, mudança, passagem/ transição, processo e transformação parecem apontar que a utilização da noção de "história".

A análise realizada em dois textos de Piaget & Garcia (1990) serviram de ponto de partida para este estudo.

Metodologicamente, procuramos identificar onde e quantas vezes as palavras história/histórico(a) apareciam e a que o teórico estava se referindo ao utilizá-las nos vários momentos do texto. Procedemos esta identificação com as palavras correlatas anteriormente citadas.

É interessante observar que a palavra "história"/"histórico(a)" apareceu sessenta e cinco vezes nos dois textos e significando, na maioria das vezes, evolução,

processo ou em referência a tempo-espaço. Nos textos de Carey & Wisner e Luria, os dados não foram muito diferentes.

A inserção destes dados em um sistema de conceitos correlatos, conforme Gráfico 1 demonstrado a seguir, sugerem o que uso da palavra "história"/"histórico(a)" feito por Piaget & Garcia, apontam para o caráter metafórico do paralelismo entre desenvolvimento cognitivo do indivíduo e desenvolvimento de conceitos na história da ciência.

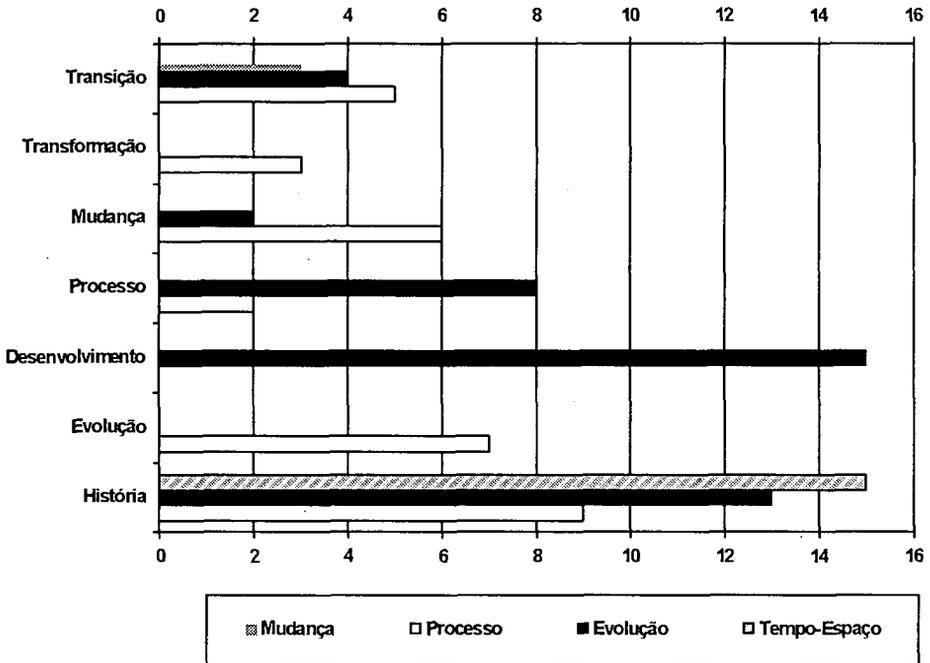
Segundo Black (1962), considerar uma sentença uma instância de metáfora é dizer alguma coisa sobre seu significado e não sobre sua ortografia, seu modelo fonético ou sua forma gramatical.

A utilização de correspondências metafóricas na demonstração de uma teoria, tal como utilizada por Piaget & Garcia nos textos analisados, seleciona ou enfatiza alguns detalhes, elimina outros e organiza a nossa visão sobre o desenvolvimento do conhecimento nas crianças, através da implicação de enunciados que se aplicam ao desenvolvimento do conhecimento na história da ciência (ou da ciência), estabelecem implicações que recorrem a sistemas de lugares-comuns ou que são estabelecidas *ad hoc*.

Desta forma, o caráter metafórico do paralelismo entre desenvolvimento cognitivo e desenvolvimento de conceitos na história da ciência, destaca a palavra história/histórico(a) como o *focus* de uma metáfora, tendo um uso caracteristicamente metafórico (M) dentro de uma estrutura literal (L) e sendo usada para comunicar um significado nem sempre possível de ser literalmente expresso. O autor substitui M por L e fica para o leitor fazer a substituição usando o significado literal de M como indicio para o entendimento do significado literal de L.

Foi aceitando o caráter metafórico dessa relação que muitos pesquisadores na área de ensino de ciências construíram suas concepções sobre a natureza das mudanças conceituais e derivaram implicações para a aprendizagem dos conceitos.

GRÁFICO 1



## BIBLIOGRAFIA

- BLACK, M.(1962). Metaphor. In: MARGOLIS, J. *Philosophy Looks at the Arts*. New York: Charles Scribner's Sons.
- CAREY, S. (1988). Reorganization of Knowledge in the Course of Acquisition. In: STRAUSS, S. (Ed.). *Ontogeny, Phylogeny and Historical Development*. Human Development. Vol.2. Norwood, NJ: Ablex.
- LURIA, A.R. (1994). *Desenvolvimento Cognitivo*. São Paulo: Ícone.
- PIAGET, J. & GARCIA, R. (1990). *Psicogênese e História da Ciência*. Lisboa: Dom Quixote. Cap. I e III.
- THAGARD, P. (1992). *Conceptual Revolutions*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- WISER, M. (1988). The Differentiation of Heat and Temperature: History of Science and Novice-Expert Shift. In: STRAUSS, S. (Ed.). *Ontogeny, Phylogeny and Historical Development*. Human Development. Vol.2. Norwood, NJ: Ablex.

## 1. Introdução

Duas temáticas têm presença constante na Psicologia Cognitiva: a primeira refere-se ao embate entre teorias domínio-específico *versus* teorias domínio-geral para a explicação do processo de aquisição de conhecimento. A segunda temática relaciona-se com o embate acerca do caráter inato do conhecimento, posição antagonizada pelas teorias psicológicas e epistemológicas construtivistas. A obra de Piaget é a concretização de um projeto que apontou para o papel central de características universais, de domínio-geral, na formação do conhecimento. Com relação à segunda polêmica, a posição interacionista de Piaget enfatizou a importância dos processos de construção de conhecimento a partir de um núcleo inato mínimo. O conceito piagetiano de *abstração*, elaborado como um instrumento geral dos processos de formação do conhecimento, sintetiza a posição de Piaget acerca destas duas polêmicas.

Independentemente das limitações científicas e dos problemas ideológicos que vislumbramos em diversas teorias que se contrapõem ao posicionamento de Piaget acerca dos temas levantados acima, tais como o *behaviorismo* skinneriano e o inatismo de Fodor, faz-se necessário reconhecer que, à luz do conhecimento disponível atualmente, a posição defendida pelos piagetianos acerca dos temas dos embates acima mencionados é insustentável. Para contornar o impasse, precisamos estar preparados para flexibilizarmos a posição defendida por Piaget ao ponto de admitirmos um núcleo de conhecimento inato inicial muito maior que aquele postulado por Piaget, bem como modelos para a arquitetura da mente humana - e, conseqüentemente, teorias genéticas do conhecimento - que integrem características domínio-geral e domínio-específico na formação do conhecimento. Em outras palavras, tal qual colocado por uma antiga colaboradora de Piaget (Karmiloff-Smith 1991, p. 192):

*a visão de Piaget do estado inicial do recém-nascido é errônea. É claro que aspectos da mente humana têm especificação inata, frequentemente em detalhes. O conhecimento é inicialmente domínio-específico, e este conhecimento inicial é condição de contorno para aprendizagens subseqüentes através de complexas interações com o meio [ . . . ]. O desenvolvimento subseqüente pode ser visto a partir de um referencial construtivista.*

O presente trabalho tem por objetivo contribuir para a flexibilização da teoria piagetiana, no sentido apontado acima. Mais especificamente, investigamos a conveniência de adotarmos uma abordagem que traga maior especificidade ao conceito piagetiano de abstração. Ao leitor interessado em revisões detalhadas dos limites da obra de Piaget ao lidar com resultados de pesquisas recentes que enfatizam tanto a existência de um núcleo de conhecimentos inatos inicial muito maior que o admitido por Piaget quanto a importância dos mecanismos domínio-específico no

processo de conhecimento, indicamos os livros de Carey e Gelman (1991) e de Karmiloff-Smith (1992), bem como o artigo de revisão de Piatteli-Palmarini (1994). Neste trabalho, fazemos uma breve revisão do conceito piagetiano de abstração e contrastamos a posição de Piaget com a de Nancy Nersessian. Em seguida, apresentamos a hipótese que nos orienta no seguimento desta pesquisa, relativa à frutibilidade de se aprimorar o tratamento piagetiano da abstração a partir da utilização das técnicas de abstração propostas por Nersessian (1992), e desenvolvemos argumentos favoráveis à plausibilidade de nossa hipótese de trabalho. Finalmente, examinamos as implicações do trabalho para o ensino de Física.

## 2. O Conceito de Abstração em Piaget

O conceito de abstração é introduzido na obra de Piaget já na década de 20, no contexto da discussão sobre as relações entre *legalidade* (i. é., o estabelecimento de leis empíricas - indutivas - tanto na psicogênese como na História da Ciência) e *explicação* (i. é., a capacidade de deduzir o fenômeno a partir de uma idéia mais geral). A distinção entre legalidade e explicação é tomada de Emile Meyerson. A noção de "abstração" é então apresentada por Piaget:

*Mas como esta dedução [i. e. a explicação] ocorre? Por meio de uma operação que os lógicos chamam de "abstração". Em outras palavras, para além de todas as relações já observadas, a criança formula uma noção ou idéia nova que serve para endossar a dedução. Portanto, a explicação é formulada a partir da própria lei (Piaget 1927, p. 159).*

*A dedução torna-se uma construção lógica, mas uma construção operada pela "multiplicação de relações" ou, como dizem os lógicos, por "abstração". (idem, p. 160)*

Nas passagens acima, além da explícita referência ao campo da lógica, sobressai a preocupação de Piaget em integrar os pares de conceito legalidade/indução e explicação/dedução. O confuso texto da citação da página 159, apresentado acima, indica que Piaget estava ainda distante de uma solução satisfatória para a relação entre indução e dedução, tema este que iria ocupar, nas décadas que se seguiram, os mais importantes filósofos, psicólogos e historiadores das ciências, dentre os quais o próprio Piaget.

Em 1950, Piaget volta ao tema da relação entre indução e dedução, conceitos que são utilizados de modo sensivelmente diferente daquele da década de 20 (Piaget 1950, vol.2 p. 186):

*Por um lado, a indução não é composta de sistemas de conjunto fechados e completamente operatórios, comparáveis àqueles que permitem o exercício da dedução. Por outro lado, a indução somente é possível quando tais modelos dedutivos já existem e podem servir de guias para a pesquisa. Indução, então, é o conjunto de processos mentais que tendem a organizar os fatos da observação ou experiência, isto é, a classificá-los em forma de conceitos capazes de inclusão*

*hierárquica e a inclui-los em relações lógicas ou matemáticas capazes de constituir sistemas que são inteiramente componíveis. Assim, a indução pode ser bem sucedida nestas tentativas e levar à dedução ou então, ela pode falhar por causa de uma inabilidade para dissociar o invariante do fortuito e ela permanece em sistemas quasi-dedutivos mas incompletos por causa de composições incompletas.*

A proposta de relacionar indução-dedução leva Piaget a caminhar no sentido da diferenciação de conceitos, apontando para o par *abstração empírica e abstração reflexiva*<sup>1</sup>. Esta diferenciação já é clara em *Introduction à l'Épistémologie Génétique* (Piaget 1950, vol. I, p. 253), onde a primeira é a abstração empírica e a segunda a abstração reflexiva:

*"Há, em primeiro lugar, a abstração a partir do objeto, a qual consiste em extrair deste os caracteres mais ou menos gerais (a cor, etc), fornecendo a matéria deste conhecimento sumário e esquemático que se deve à acomodação mais ou menos desenvolvida dos esquemas de assimilação. Mas há, em segundo lugar, uma abstração a partir da atividade do sujeito: este segundo tipo de abstração consiste em dissociar, dos aspectos particulares da ação considerada, certos mecanismos coordenadores gerais (por exemplo, reunir duas ações em uma única [ação], inverter as ações, etc) e em construir novos esquemas por meio dos elementos assim extraídos (isto é, diferenciados) das ações como tais."*

O programa de pesquisa delineado em *Introduction à l'Épistémologie Génétique* ocupou Piaget durante as décadas de 50 e 60. O conceito de abstração marcou presença em muitas das obras deste período, tendo sido particularmente importantes em *Épistémologie Mathématique et Psychologie: essai sur les relations entre la logique formelle et la pensée réelle* (Piaget e Beth 1961). Novas questões teóricas acerca dos conceitos de abstração só voltaram a ser debatidas extensa e sistematicamente por Piaget na década de 70, em particular em *Pesquisas sobre a Abstração Reflexiva* (Piaget 1977/no prelo).

Neste estudo, a abstração reflexiva é objeto de uma diferenciação e refinamento progressivo, ao mesmo tempo que se mantêm as definições básicas propostas em 1950, relativas às abstrações empírica e reflexiva. Com isso, a abstração reflexiva passa a desempenhar um papel fundamental - através das idéias de *reflexionamento e reflexão* - na explicação da passagem de um estágio de conhecimento para outro e, em última análise, da criação de novidades, que é a questão central para o construtivismo.

Por outro lado quando Piaget, em 1950, tratava da abstração, ele já estabelecia uma relação entre esta e a generalização. É de se notar, no texto de 1950, que ao par de abstrações (empírica e reflexiva) corresponde um par de generalizações: *generalização simples e generalização construtiva* :

---

1

A expressão "abstração reflexiva" é tomada da versão espanhola de *Psicogénesis e Historia de la ciencia*, de Piaget e Garcia (1982).

"A abstração a partir da ação é necessariamente construtiva porque reflexiva. Ela não conduz a uma generalização simples como a abstração das qualidades físicas [...]: ela é construtiva na medida em que ela é ligada à elaboração de uma ação nova de tipo superior àquela [ação] cuja característica considerada foi abstraída. Ela então é essencialmente diferenciação e leva a uma generalização que é uma composição nova ..."

Esta indissociação entre abstração e generalização - onde a abstração conduz a, ou se completa com, uma generalização - é reafirmada por Piaget na própria introdução de *Recherches sur la Généralisation* (1978) e, ainda, em *Psicogênese e História de la ciencia* (1982), quando Piaget categoriza abstração e generalização enquanto instrumentos comuns ao desenvolvimento histórico e psicogenético.

A noção de abstração tem sido utilizada também em contextos não-piagetianos sobre o desenvolvimento do conhecimento científico. É neste contexto que surge a proposta de uma análise cognitivo-histórica que busca articular os planos histórico e individual. Por exemplo, Nersessian (1992) sugere que é possível identificar e estudar um conjunto de *técnicas de abstração*, correspondendo à heurística de resolução de problemas tratados no contexto científico. Tais técnicas, que configurariam atividades de elaboração de modelos, incluem o *raciocínio analógico*, o *raciocínio imagístico*, o *experimento de pensamento* e a *análise por caso-limite*.

É interessante acrescentar que a base teórica a partir da qual Nersessian propõe a noção de "técnicas de abstração" se origina do estudo de *modelos mentais* (Johnson-Laird 1983). Para Johnson-Laird, compreendemos o mundo através da construção de *modelos mentais*, uma forma de representar o mundo e sua dinâmica que se baseia simultaneamente em *imagens* e *proposições* (Johnson-Laird 1985). Enquanto as primeiras representam objetos e situações de modo analógico, as segundas configuram séries de símbolos que podem se organizar em um conjunto lógico ou sob forma de rede semântica e que, ademais, são verdadeiras ou falsas com relação àquilo que representam (Johnson-Laird 1985, p. 86).

Fica claro - e é este o ponto que nos interessa aqui - que a perspectiva teórica de Johnson-Laird e, conseqüentemente, a própria noção de "técnicas de abstração" proposta por Nersessian incluem uma dimensão simbólica (ou "figurativa", na terminologia piagetiana) que lhes é propriamente constitutiva. Nersessian evidencia esta dimensão simbólica com uma análise histórica, por exemplo, da representação do campo de forças eletromagnéticas e da interconexão da corrente elétrica e da força magnética.

### 3. Conclusões

Nossa pesquisa sobre o conceito de abstração em Piaget explora atualmente a hipótese relativa à necessidade de incorporar aos instrumentos de construção do conhecimento preconizados por Piaget as "técnicas de abstração" utilizadas por

Nersessian. Esta perspectiva está relacionada com a necessidade de que a teoria piagetiana possa dar conta do modo específico pelo qual as abstrações operam em cada situação, respondendo assim tanto às demandas por melhor tratamento dos mecanismos cognitivos dependentes do conteúdo e do contexto (Carey e Gelman 1991), quanto às críticas associadas à excessiva generalidade do modelo piagetiano para a relação entre psicogênese e história da ciência (Franco 1993).

Observe-se que nossa hipótese de trabalho está relacionada com uma revisão das idéias de Piaget sobre a função semiótica (representações). Piaget estudou o raciocínio imagístico em *A Formação do Símbolo na Criança* (Piaget 1945/1971), em *A Imagem Mental na Criança* (Piaget 1966/1977) e, mais lateralmente, em *Memória e Inteligência* (1968/1979). A principal conclusão de Piaget nessas obras é que o aspecto figurativo do pensamento (e, portanto, imagens e linguagem) está subordinado ao aspecto operativo (lógico-matemático). É precisamente neste ponto que Piaget e Chomsky divergiram, já que Chomsky sublinhava o caráter inato das estruturas linguísticas. Observe-se que Piaget não se contentou em defender a precedência genética das operações em relação à função semiótica. Ele procurou mostrar que, em *todos* os estágios, a função semiótica está subordinada às operações logico-matemáticas. É, então, fácil enxergar as razões que levaram Piaget a não enfatizar imagens, modelos mentais, etc. como instrumentos básicos da construção do conhecimento. Recentemente, em um precioso artigo de revisão acerca do estado atual das questões que orientaram o debate Piaget-Chomsky, Piatteli-Palmarini (1994) conclui que a posição defendida por Piaget é insustentável atualmente. Isto abre espaço para a modificação da teoria piagetiana do conhecimento, através da incorporação de conceitos que tratem da relação entre o raciocínio lógico-matemático e a função semiótica sem a subordinação hierárquica característica das formulações de Piaget.

É evidente que implicações pedagógicas podem ser retiradas desta discussão. Por um lado, a questão dos contextos de elaboração e desenvolvimento de conceitos e teorias científicos se apresenta, e de forma repetida, nas salas de aula. Por outro lado, o tema da mudança conceitual e/ou de teoria tem sido aprontada como crucial para o ensino-aprendizagem de ciências. É importante registrar que a análise da mudança conceitual a partir de uma dimensão simbólica representa uma perspectiva inovadora neste campo.

### **Bibliografia**

- CAREY, S. & GELMAN, S. (1991) *The Epigenesis of Mind: Essays on Biology and Cognition*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum.
- FRANCO, C. (1993), *Individual and Historical Development in Science*. Ph.D. thesis. University of Reading, Reading.
- JOHNSON-LAIRD, PN. (1983) *Mental models*. Cambridge, Cambridge University Press.

- JOHNSON-LAIRD, PN. (1985) Mental models. In: Aitkenhead, AM & Slack, JM. (Eds). *Issues in cognitive modelling*. London/New Jersey, Lawrence Erlbaum.
- KARMILOFF-SMITH, A. (1992), *Beyond Modularity*. MIT Press, Cambridge, MA.
- NERSESSIAN, N. (1992). How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. In: Giere, RN. (Ed) *Cognitive models in science* (Vol. XV: Minnesota Studies in the Philosophy of Science). Minneapolis, University of Minnesota Press.
- PIATELLI-PALMARINI, M. (1994) Ever since language and thought: afterthoughts on the debate Piaget-Chomsky. *Cognition*.
- PIAGET, J. (1927) *La causalité physique chez l'enfant*. Paris, Alcan.
- PIAGET, J. (1945) *La formation du symbole chez l'enfant*. Neuchatel, Delachaux et Niestlé.
- PIAGET, J. (1950) *Introduction à l'épistemologie génétique*. (Vols I & II) Paris, PUF.
- PIAGET, J. & Beth, EW. (1961). *Epistemologie mathématique et psychologie: Essai sur les relations entre la logique formelle et la pensée naturelle* (EEG XIV). Paris, PUF.
- PIAGET, J. & Inhelder, B. (1966). *L'image mentale chez l'enfant*. Paris, PUF.
- PIAGET, J. & Inhelder, B. (1968). *Mémoire et intelligence*. Paris, PUF.
- PIAGET, J. (1977). *Recherches sur l'abstraction réfléchissante* (EEG XXXIV & XXXV). Paris, PUF.
- PIAGET, J. (1978). *Recherches sur la généralisation* (EEG XXXVI). Paris, PUF.
- PIAGET, J. & Garcia, R. (1982). *Psicogênese e historia de la ciencia*. Mexico, Siglo Veintiuno.

---

### **O Modelo Piagetiano para a Relação entre Psicogênese e História da Ciência funciona? - Franco, C.**

---

Apesar das difíceis circunstâncias que marcaram a finalização da redação de *Psicogênese e História da Ciência* (Piaget e Garcia 1989), este livro foi considerado por Barbel Inhelder como a mais importante síntese produzida pela escola criada por Piaget. No entanto, a tese defendida por Piaget e Garcia não tem sido objeto de pesquisas empíricas que procurem explorar a potencialidade da hipótese piagetiana em domínios diferentes daqueles pesquisados por Piaget e Garcia (Álgebra, Geometria e aspectos da Mecânica). A presente comunicação apresenta algumas características e a conclusão de uma pesquisa que estudou a hipótese Piagetiana em domínios não estudados em *Psicogênese e História da Ciência*. Informações mais detalhadas sobre esta pesquisa podem ser encontradas em Franco (1992), Franco e Colinviaux-de-Domingues (1992), Franco (1993) e Franco e Gilbert (em preparação).

Com o objetivo de comparar o desenvolvimento individual com o desenvolvimento histórico de seqüências de conceitos e concepções relativos à queda dos corpos e a aspectos da astronomia, foram realizadas sessenta e três entrevistas

semi-estruturadas com estudantes da pré-escola à Universidade. Registre-se que a comparação referida acima foi efetivada no sentido piagetiano do termo, isto é, referindo-se à semelhança de *instrumentos*, *processos*, e *instrumentos* de construção do conhecimento, ao invés de referir-se ao conteúdo da seqüência de conceitos ou concepções. Um exemplo: identificou-se como importante na faixa etária 4-7 anos a concepção de que corpos mais leves caem mais rapidamente que corpos mais pesados, concepção que não é encontrada na História da Ciência (e que parece estranha para nós professores de Física, que, freqüentemente, lidamos com alunos que sustentam que os corpos mais pesados caem mais rapidamente). Nas entrevistas, no entanto, fica evidente que tal concepção está relacionada com a *generalização* para o caso da queda dos corpos (gravitação) de um esquema desenvolvido no contexto de movimentos que a criança provocava em objetos (inércia). Este exemplo enfatiza a existência de generalização, instrumento também presente no desenvolvimento das concepções sobre queda na História da Ciência. Além disto, o exemplo é instrutivo por mostrar como crianças de diferentes idades modificam o foco de sua atenção do aspecto inercial para o aspecto gravitacional ao fazerem previsões sobre a queda dos corpos. Este resultado é particularmente interessante quando temos em mente que a única "explicação" possível no âmbito da mecânica clássica para a queda simultânea dos corpos de diferente massas baseia-se na proporcionalidade entre massa inercial e massa gravitacional, relação que só pode ser plenamente compreendida no âmbito da Teoria da Relatividade Generalizada. A análise comparativa indicou que o modelo piagetiano para a relação entre psicogênese e História da Ciência foi bem sucedido ao preço (por vezes muito elevado) de apresentar uma relação por demais genérica das seqüências de concepções na psicogênese e na História da Ciência. Além disto, observou-se que as semelhanças entre os dois domínios (psicogenético e histórico) podiam ser mais ou menos estritas, conforme o tópico considerado. Estes resultados apontam para a incompletude da teoria piagetiana, baseada em instrumentos de construção que se caracterizam por serem de domínio geral, e sugerem que um caminho frutífero para o desenvolvimento da teoria piagetiana deve enfatizar a integração dos instrumentos domínio geral com instrumentos domínio específico.

## Referências

- FRANCO, C. (1992), *History of Science and Psychogenesis: A Comparative Study on Galileo's Free Fall Law and the Idea of Speed in the Child*. In: *History & Philosophy of Science in Science Education: Proceedings of the Second International Conference on the History and Philosophy of Science in Science Teaching, Vol. 1*, edited by S. Hills, Queen's University, Kingston.
- FRANCO, C. (1993), *Individual and Historical Development in Science*. Ph.D. thesis. University of Reading, Reading.
- FRANCO, C. and Colinvaux de Domingues, D. (1992), Genetic Epistemology, History of Science and Science Education. *Science & Education*, 1: 255-271.

FRANCO, C. and Gilbert, J.K. (em preparação), Students' ideas about the fall of bodies.

PIAGET, J. and Garcia, R. (1989), *Psychogenesis and the History of Science*. Columbia University Press, New York.

---

**A Ciência que se Ensina e a Ciência que se Faz - Augé, P.S.; Vianna, D.M.**

---

## I- INTRODUÇÃO

Numa escola de ensino fundamental, os professores das diferentes áreas científicas se dedicam quase que exclusivamente ao ensino, enquanto que os do ensino universitário dedicam-se à pesquisa. No entanto, são comuns, na escola fundamental, as referências à atividade de pesquisa que deu origem ao conteúdo estudado.

A questão que nos orienta neste trabalho é, sendo o professor e/ou aluno de Licenciatura em Física uma pessoa que nunca acompanhou ou fez alguma pesquisa em Física, como ele poderá passar a idéia de como a ciência é produzida

Nosso objetivo geral é, então, fazer um estudo do desenvolvimento da ciência e sua concepção em laboratórios de Física e Tecnologia, traçando um paralelo com o que é veiculado nos cursos secundários e de licenciatura.

Fomos motivados e orientados pela leitura de LATOUR e WOOLGAR (1) e desenvolvemos o trabalho de observação em um laboratório de Física Experimental e Engenharia Eletrônica na UFRJ.

## II- A CIÊNCIA QUE É ENSINADA

“A ciência que é transmitida aos alunos aparece sempre como um conhecimento acabado, dogmático, estagnado. O cientista é apresentado como um mito. O conteúdo a ser aprendido pelos alunos não estabelece nenhuma relação com a vida cotidiana e eles não sabem dizer, em sua maioria, para que serve tudo aquilo que aparece nos livros...”(4).

Muitos apregoam que o laboratório de Física é uma das soluções para resolver o problema, pois os alunos visualizariam o fenômeno e aprenderiam o “método científico”. Entretanto, a grande maioria nunca entrou em um laboratório (2).

A ciência que é apresentada aos alunos e que está presente nos livros didáticos mais comerciais é a que é mostrada em textos de divulgação científica feitos pelos próprios cientistas. É omitida parte do processo real de construção do conhecimento.

## III- A FORMAÇÃO DOS PROFESSORES

Atualmente, nas nossas Universidades, temos espaços bem delimitados para cada área do conhecimento, que se interagem a partir de temas de

## Comunicações Orais

interdisciplinaridade. A formação do professor de Física, além das disciplinas relativas a outras áreas das ciências exatas, contém também as disciplinas ditas pedagógicas. Assim, a formação do estudante do bacharelado é basicamente voltada para a pesquisa, enquanto o de licenciatura, para o ensino, criando-se a dicotomia entre o ensino e a fabricação científica.

Como consequência, temos o ensino de uma ciência limitada a mostrar os conteúdos como resultados prontos e muitas vezes pouco atraentes. É uma concepção de ciência como proprietária da verdade e sem sustentação histórica. A ciência assim concebida parece não fazer parte do nosso complexo cotidiano social.

## IV- A CIÊNCIA QUE FAZ

Os nossos trabalhos foram iniciados tendo como fator de motivação e orientação, além de leituras variadas relativas ao tema, as posições dos antropólogos e sociólogos LATOUR e WOOLGAR (1), que nos forneceram a descrição detalhada de uma descoberta científica na ótica de outra área do conhecimento.

No livro *La Vie de Laboratoire* (1), eles descrevem a descoberta da composição de uma substância relacionada à liberação de hormônios pela hipófise, em um laboratório de endocrinologia (Instituto Salk, San Diego, Califórnia), o que concedeu aos responsáveis o prêmio Nobel de Medicina de 1978. São descritas as características de uma descoberta científica, ressaltando questões como: a ciência é fruto de uma complexa relação entre cientistas e fatores sociais, políticos e econômicos (“a ciência é uma construção social”(1)); as descobertas são fruto da ação coletiva dos membros de um laboratório, contradizendo a idéia difundida do super-cientista; muitas descobertas são acidentais, o que é, na maioria das vezes, omitido; a reputação de um cientista, em alguns casos, vale mais do que dados experimentais precisos; entre outras.

Além das questões acima citadas, o livro defende teses controversas, que vão de encontro à objetividade e racionalidade da ciência, como mostram as citações: “A atividade científica, não importa a natureza, é uma luta furiosa para construir a realidade.”; “O laboratório é um sistema de inscrição literária, onde o auge é convencer que um enunciado é um fato.” e “A Filosofia despe a ciência com seus falsos paradigmas e racionalismo.” Portanto, com a paciência do trabalho de antropólogos, vão nos mostrando um processo árduo e tortuoso de produção de um ‘fato’ científico, onde as relações pessoais e sociais não podem ser desprezadas. Posição também defendida pôr vários outros autores.

## V- A VIDA DO LABORATÓRIO

Para que fosse diminuída a defasagem entre o que é fazer ciência e o que é ensinar, foi proposta a entrada de alunos de Licenciatura em Física da UFRJ em laboratórios de pesquisa científica e tecnológica para acompanhar o dia-a-dia dos

pesquisadores e participar da fabricação de um fato. Isto, serviria como contribuição à formação do futuro professor. Não fizemos um trabalho de sociólogo, mas procuramos perceber o que se passava dentro destes laboratórios de pesquisa, comparando com as situações apresentadas no livro já citado.

Foram analisados dados retirados a partir de observações e, principalmente, de entrevistas com pessoal científico e técnico em dois laboratórios: de Física Nuclear Experimental no Instituto de Física e do Departamento de Eletrônica da Escola de Engenharia da UFRJ. Segundo a proposta do livro (1), seguimos as seguintes etapas temáticas: estrutura física e burocrática, hierarquia, linhas de pesquisa, produção de artigos, reconhecimento do trabalho realizado e carreira científica. Foram elaborados relatórios.

Observamos laboratórios existentes dentro da estrutura universitária, apresentando características bem determinadas quanto ao seu funcionamento e estrutura. O corpo técnico e científico apresenta uma hierarquia, estando os coordenadores de projetos com a missão de resolver os problemas de equipamentos e verbas. As linhas de pesquisa são determinadas pelos coordenadores, onde no laboratório de ciência experimental os temas podem servir para trabalhos de alunos de mestrado e doutorado, enquanto que no de tecnologia isso quase não ocorre. Neste, os temas são para aplicação imediata, a partir de encomenda e financiamento próprio. A carreira docente é muito mais incentivada no laboratório de ciência do que no de tecnologia, havendo exigência de publicação sistemática de artigos. Ficou evidenciado que a produção dos fatos está diretamente relacionada à liberação de recursos, de acordo com prioridades externas ao laboratório.

## VI- CONCLUSÃO

Colocar o aluno de licenciatura em contato com o produtor de ciência implica em que, além de abrir o ambiente fechado do laboratório, seja preciso mostrar que “laboratório e sociedade se revelam articulados estreitamente”(3). Assim como a sociedade tem suas regras para o entendimento entre seus formadores, a ciência também tem regras de articulações entre seus pares, com hierarquias, privilégios, etc.

A mutabilidade e o não dogmatismo das interpretações dos fatos devem ser colocados explicitamente no ensino de Física. Não estamos propondo uma mudança de conteúdo, mas a concepção de como a ciência é produzida.

A ciência deve ser transmitida como realmente ela é: dinâmica e contraditória, feita por homens e para homens, uma das mais instigantes produções da raça humana.

nota 1- Agradecemos aos responsáveis pelos laboratórios visitados.

nota 2- Colaborou com este trabalho, em sua fase inicial, Marcos Venício Silva de Castro.

nota 3 - Este trabalho foi encaminhado completo, para julgamento, à revista Investigações em Ensino de Ciências

## REFERÊNCIAS

- (1) LATOUR, B. et WOOLGAR, S. La Vie de Laboratoire. Éditions La Decouverte, Paris, 1988.
- (2) MENDES, A. e VIANNA, D. M. A relação conteúdo de Física na Rede Pública de Segundo Grau e a Realidade Social dos Alunos in Atas do IX Simpósio Nacional de Ensino de Física, SBF, São Carlos, 1991, p. 526-528.
- (3) VESSURI, H.M.C. Perspectivas Recientes en el Estudio Social de la Ciencia in Interciencia, Vol.16, No 2, 1991, p.60-68.
- (4) VIANNA, D. M. Uma disciplina Integradora: Instrumentação para o Ensino. Apresentado no grupo de trabalho: Licenciatura, na 15ª Reunião Anual da ANPED, Caxambu, MG, 1992, mimeo.

---

### **O Referencial Teórico de Copérnico é a Física de Aristóteles - Bastos Filho, J.B.**

---

*Resumo: Em que pese a adoção heliocêntrica de Copérnico, a refutação copernicana do sistema geocêntrico de Ptolomeu se dá dentro das concepções aristotélicas. Especificamente, a fim de mostrar a contradição entre a Física (geocêntrica) de Aristóteles e a astronomia geocêntrica de Ptolomeu, Copérnico elege a primeira como referencial teórico para mostrar que a segunda conduziria ao inconciliável conceito de movimento infinito. Deste modo, Copérnico adota um típico e contraditório procedimento “ad hoc”: por um lado contrapõe-se ao movimento dos Céus como implicando no movimento infinito pois isso contrariaria a Física de Aristóteles, mas por outro lado modificando “ad hoc” a Cosmologia de Aristóteles ao “parar” o movimento dos Céus.*

#### 1. A DEFESA COPERNICANA DO HELIOCENTRISMO.

Copérnico (1473-1543) argumenta que Ptolomeu de Alexandria sabia perfeitamente da possibilidade heliocêntrica a qual, implica na rotação diária da Terra em torno de seu eixo, mas não podia aceitá-la por considerá-la ridícula. No capítulo VII do Livro I do *De Revolutionibus*, [1] Copérnico, após expor os argumentos da Cosmologia Aristotélica, escreve:

*“...Se, portanto, diz Ptolomeu de Alexandria [Almagesto, I, 7], a Terra se movesse ao menos com uma rotação diária, teria que acontecer o contrário do que acima foi dito. Na verdade teria que haver um movimento muito rápido e a sua velocidade inexcedível, para poder levar a Terra a fazer um circuito completo de 24 horas. Realmente as coisas que fazem uma rotação veloz parecem extremamente incapazes de se associar e capazes de se dispersar se estiverem juntas, a não ser que a Terra se teria precipitado no Céu e ficaria destruída (o que é totalmente ridículo) e ainda menos os seres*

*vivos e outros corpos pesados e soltos teriam ficado nos seus lugares. Nem os corpos, que caem, cairiam em linha reta para a posição que lhe está destinada, em ângulos retos, porque essa posição seria desviada entretanto pela grande velocidade da Terra. Também veríamos as nuvens e tudo o que está impresso no ar continuamente arrastados para Oeste.”*

O texto acima, no qual Copérnico expõe argumentos de Ptolomeu, é bastante significativo. Ptolomeu é contra o movimento diurno da Terra pois, segundo ele, se isso fosse admitido, a Cosmologia Aristotélica seria contradita. Os graves de Aristóteles ( terra e água) não cairiam segundo linhas retas de cima para baixo, conforme a *Ordem do Cosmos* e a teoria do *Lugar Natural* . Além disso, as nuvens seriam arrastadas para oeste e o movimento tão rápido da Terra dispersaria tudo e assim, não se adaptaria à Cosmologia de Aristóteles. Outrossim, convém lembrar, na Antiguidade grega já se podia avaliar a rapidez de um tal movimento; Eratóstenes,[2] em torno do ano 240 A.C., já havia calculado, com notável precisão, o raio da Terra; tomemos o valor, em unidades hodiernas, de 6400 quilômetros; ora, as cidades ao longo da linha do Equador movem-se, em torno do eixo da Terra a uma velocidade de

$$V = ( 2 \pi R / T )$$

Tomando R = 6400 quilômetros , T = 24 horas e  $\pi = 3,14$  obteremos V = 1674,67 Km/h.

Copérnico se contrapõe ao argumento de Ptolomeu dizendo que seria muitíssimo mais ridículo pensar que, ao invés da Terra, sejam os Céus a se moverem e descreverem em torno da Terra uma volta completa em 24 horas. Como as dimensões celestes são bem maiores que as da Terra, é evidente, a partir da fórmula acima, hoje aprendida nas escolas, que quanto maiores fossem as dimensões celestes maiores seriam tais velocidades. Deste modo é bastante mais razoável que seja a Terra (que é uma pequena parte do Universo) a se mover do que seja todo o imenso Universo a rodar em 24 horas em torno de uma minúscula parte. Em relação a esses argumentos, convém citar o próprio Copérnico; no capítulo VIII do Livro I do *Do Revolutionibus*, lemos:

*“...Mas porque não se levanta a mesma questão ainda com mais intensidade acerca do Universo cujo movimento tem de ser tanto mais rápido quanto o Céu é maior do que a Terra? Ou tornou-se o Céu imenso porque foi desviado do centro por um movimento de força indiscriminável e acabará por se precipitar também, se parar? Certamente se este raciocínio fosse razoável também a grandeza do Céu subiria até o infinito. Com efeito, quanto mais alto ele for elevado pela força de seu movimento, tanto mais rápido esse movimento será devido ao aumento contínuo da circunferência que ele tem de percorrer no período de 24 horas. Por outro lado, crescendo o movimento cresceria também a imensidade do Céu. Assim a velocidade aumentaria o movimento e o movimento aumentaria a velocidade até o*

infinito. Mas segundo aquele argumento da Física - o infinito não pode ser percorrido nem movido de forma alguma - o Céu terá necessariamente que permanecer imóvel. “

O texto de Copérnico reproduzido acima (o grifo é meu), merece análise cuidadosa. Copérnico elege a Física de Aristóteles como referencial teórico e tenta encontrar contradição entre essa e a astronomia geocêntrica de Ptolomeu. Efetivamente, a adoção geocêntrica (Terra parada) requer necessariamente uma rotação dos Céus em 24 horas e se esse for imenso em comparação com a Terra, isso implicaria o infinito ; ora o infinito viola tanto o conceito aristotélico de ordem cosmológica quanto a própria Física de Aristóteles. Por esta razão Copérnico, em capítulo anterior, mostra a imensidão do Céu comparada com a pequenez da Terra. Vejamos o seguinte raciocínio articulado no capítulo VI do Livro I do *De Revolutionibus*: Copérnico, referindo-se aos argumentos dos antigos, notadamente Ptolomeu, nos diz que quando traçamos o plano do horizonte, esse divide o hemisfério celeste em duas metades exatamente iguais correspondentes, respectivamente, aos seis signos do Zodíaco que são visíveis e os outros seis que não são visíveis; isso se pode depreender do fato, por exemplo, de que quando a primeira estrela de Câncer nasce num dado ponto C, a primeira estrela de Capricórnio se põe, num ponto A diametralmente oposto em relação à nossa observação. Numa outra situação, quando a primeira estrela de Capricórnio nasce em B, Câncer pôr-se-á em D em oposição diametral a B em relação a nossa observação. Ora, as linhas BED e AEC, onde E é o ponto onde está centrado a nossa visão, se cruzam. Ptolomeu de Alexandria tira daí a conclusão segundo a qual a Terra está parada no centro do Universo pois do contrário o plano do horizonte não dividiria o hemisfério celeste em duas metades exatamente iguais. Copérnico por seu lado, sem duvidar de que essa solução seja tecnicamente correta, argumenta que ela não é razoável, e para justificar a sua não exequibilidade, elege a Física de Aristóteles como referencial teórico para mostrar que a solução de Ptolomeu conduziria ao conceito de infinito, o que estaria em total contradição com Aristóteles. Copérnico argumenta que o fato do plano do horizonte dividir o hemisfério celeste em dois semi-hemisférios exatamente iguais não prova nem que a Terra esteja parada nem que ela esteja no centro do Universo e sim que ela é ínfima em relação ao Universo. Deste modo, devido a pequenez da Terra, tanto faz traçar o plano do horizonte a partir do centro da Terra quanto traçá-lo a partir de um ponto qualquer da superfície da Terra pois a diferença entre esses dois planos será inteiramente desprezível ; em ambos os casos, o hemisfério celeste será dividido em duas metades, para todos os efeitos práticos, exatamente iguais. Isto significa que para lançar a Terra na imensidão do espaço, Copérnico não inventa uma nova e revolucionária Física; muito pelo contrário, a sua demolição do sistema geocêntrico de Ptolomeu, requer justamente a Física de Aristóteles; isto, naturalmente, implica que os seus argumentos não podem se sustentar a fundo, espaço que será ocupado pela mente extraordinária de Galileu. É interessante,

pois, reproduzir o texto de Copérnico a esse respeito no capítulo VI do Livro I do *De Revolutionibus* :

*“... Contudo a linha traçada a partir da superfície da Terra tem de ser diferente da linha traçada a partir do centro, mas devido à sua extensão imensa em relação à Terra, elas são virtualmente paralelas e por causa de sua extensão parecem ser uma única linha, pois o espaço entre elas é pequeníssimo comparado com essa sua extensão, como se mostra em Ótica. Por este argumento certamente se demonstra satisfatoriamente que o Céu é imenso em comparação com a Terra e dá a impressão de um tamanho infinito, enquanto segundo o testemunho dos sentidos, a Terra é em relação ao Céu o que um ponto é em relação ao corpo, e o finito em relação ao infinito. No entanto não se segue daqui que a Terra tenha que estar parada no centro do Universo. E ainda devíamos ficar mais admirados se o Universo tão vasto fizesse uma rotação em vinte e quatro horas, de que [ o mesmo aconteça com] uma parte mínima dele, que é a Terra. “*

A fim de sustentar a tese segundo a qual Copérnico precisa ser aristotélico para lançar a Terra na imensidão do espaço, vejamos que suas refutações a Ptolomeu estão muito bem inseridas no contexto das concepções aristotélicas. Por exemplo, no início do capítulo VIII do Livro I do *De Revolutionibus* intitulado *Refutações das Razões apresentadas e sua Insuficiência* , lemos :

*“Na verdade, por estas e outras razões semelhantes, dizem que a Terra está imóvel no centro do Universo, e assim se mantém sem dúvida. Mas se alguém for de opinião que a Terra se move, dirá por certo que o seu movimento é natural e não violento.“*

Esse texto, (o grifo é meu) tem considerável importância. Aqui, Copérnico tenta conciliar o seu lançamento da Terra na imensidão do espaço com a teoria dos *Lugares naturais*, e por conseguinte, com a nítida separação entre movimento *natural* e movimento *violento*. Uma tal conciliação, sabemos, a partir dos trabalhos revolucionários de Galileu, é impossível pois a refutação consequente do geocentrismo requer a invenção de uma nova Física, matemática, que *geometrize o espaço* , promova a *abolição do Cosmos* e invente a lei da persistência do movimento - a lei de inércia. Copérnico sabe que um corpo que cai, cai na exata linha de onde foi abandonado pois ele tem a idéia de que o movimento do corpo que cai é compartilhado com o movimento da torre e da Terra. No Capítulo VIII do Livro I do *De Revolutionibus*:

*“...E isso passa-se assim, quer porque o ar circundante revista a mesma natureza da Terra, por estar misturado com a matéria terrestre e aquosa, quer porque o movimento do ar é adquirido, pois partilha com a Terra da sua rotação incessante, devido à contiguidade e ausência de resistência. “*

No entanto, a simples idéia de compartilhar do movimento ainda está muito longe da concepção de igual estatuto ontológico para repouso e movimento, o que se dará com Galileu.

Galileu irá demolir a astronomia geocêntrica tanto a nível da nova Física, quanto a nível astronômico propriamente dito. A impossibilidade de explicação da fase *Vênus Cheia* no contexto da astronomia geocêntrica constituiu em prova arrasadora em prol do sistema heliocêntrico.

Poderíamos devotar um grande espaço para documentar que Copérnico é aristotélico e que sua refutação do geocentrismo se faz de dentro das concepções aristotélicas da Física. Devido as limitações de espaço vamos nos ater ao capítulo I do Livro I do *De Revolutionibus* intitulado *O Universo é Esférico*:

*“ Compete-nos notar desde o início que o Universo é esférico ou porque seja essa a forma mais perfeita de todas, um todo inteiro sem qualquer junção de partes; ou porque ela própria seja a mais capaz das figuras e maximamente conveniente para encerrar e conservar todas as coisas; ou até porque as partes mais perfeitas do Universo, isto é, o Sol, a Lua e as estrelas, se apresentam com essa forma e porque todo o Universo tende a ser por ela delimitado. ... “*

É transparente que a argumentação copernicana(o grifo é meu) faz uso dos conceitos de *perfeição*, *Conveniencia máxima, beleza das partes mais perfeitas do Universo*, portanto de argumentos profundamente influenciados pelas concepções aristotélicas, notadamente da demonstração aristotélica da esfericidade dos Céus.

## 2. OBSERVAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.

Concluimos o presente trabalho enfatizando que Copérnico não somente não tem uma Física nova, que como sabemos, é necessária para defesa consequente do sistema heliocêntrico, como também a sua refutação do sistema geocêntrico requer uma inserção profunda nas concepções de Aristóteles. As superações das ambiguidades e dificuldades de uma tal inserção, naturalmente contraditória e “ad hoc”, requerem os trabalhos de Galileu, Kepler e Newton, processo esse chamado de Revolução Copernicana, mas de fato muito mais Revolução Galileana, Kepleriana e Newtoniana.

## 3. REFERÊNCIAS E NOTAS.

[1] N. Copérnico, *As Revoluções dos Orbes Celestes*, tradução portuguesa do texto latino *De Revolutionibus Orbium Coelestium* por A. Dias Gomes e Gabriel Domingues, e notas de Luis Albuquerque, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal (1984).

[2] Johannes de Sacrobosco, *Tratado da Esfera*, tradução quinhentista de Pedro Nunes (adaptada ao português moderno por Carlos Ziller) da obra *Tractatus de*

*Sphera*, escrito possivelmente no século XIII, Museu de Astronomia, Editora Unesp, Nova Stella Editorial. Trata-se de um importante tratado de astronomia geocêntrica muito usado nos tempos das grandes navegações. Nas margens direitas das páginas 36 e 37 encontramos alusão ao grande raciocínio de Eratóstenes que o levou a avaliação quantitativa do raio da Terra e que constitui em uma das grandes conquistas cognitivas da humanidade. A respeito desse feito, ver o livro de **Franco Selleri**, *Fisica senza Dogma*. Edizioni Dedalo - Bari - Itália ( 1989) e o livro de **Edwin C. Kemble**, *Physical Science, Its Structure and Development*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, e Londres, Inglaterra (1966).

---

## Sobre as Explicações em Física - Cindra, J.L.

---

### I. Introdução

Propõe-se neste trabalho uma série de argumentos, com base no esquema explicativo de Halbwachs, tentando elucidar algumas questões conceituais no tocante à termodinâmica e aos princípios fundamentais da teoria da relatividades. Que tipos de explicações, se é que as havia, estavam subjacentes aos esquemas teóricos dessas disciplinas? Que paradigmas de caráter muito geral serviram de referenciais para a compreensão da realidade no âmbito dessas disciplinas?

Antes de tudo, é preciso dizer que, para alguns autores, o caráter explicativo das teorias físicas está fora de consideração. Assim pensavam Poincaré, Duhem, e, em geral, todos cientistas fortemente influenciados pelo positivismo. Para Duhem, considerar uma teoria física como uma explicação hipotética da realidade é colocá-la sob a dependência da metafísica. Segundo ele, uma teoria física é uma representação e uma classificação natural.<sup>1)</sup> Hertz, por outro lado, em sua obra "Prinzipien der Mechanik"<sup>2)</sup> escreve: "Nós construímos imagens interiores (innere Scheinbilder) ou símbolos dos objetos exteriores e os fazemos de tal modo que as consequências intelectualmente necessárias das imagens são sempre outras imagens das consequências naturalmente necessárias dos objetos representados". Gustav Kirchhoff já havia dito em 1876, que a tarefa da mecânica deveria consistir em descrever os fenômenos naturais da forma mais completa e mais simples possível. Poincaré, adepto do convencionalismo, dizia que as teorias físicas exprimem apenas relações entre objetos reais<sup>3)</sup>

Concordamos com Eftichios Bitsakis, <sup>4)</sup> quando diz que "aceitamos a existência de elementos da realidade constituindo a contrapartida ontológica dos conceitos físicos. Deste ponto de vista, a lei é considerada não apenas como relação interna entre os fenômenos, mas ainda como relação genética, que produz o novo através de certos processos irreversíveis". Ele chama este ponto de vista de abordagem realista.

Segundo Halbwachs<sup>5,6)</sup>, em todas as etapas do desenvolvimento da Física, um dos três tipos de explicações, com frequência são encontrados: **explicação**

**batígena** ( do grego **bathus**, profundo) é uma abordagem que procura explicar os fenômenos através de elementos invariantes e constantes subjacentes à escala macroscópica, domínio das alterações captadas por nossos sentidos. Este tipo de explicação foi comum na Grécia pré-socrática (a teoria atômica de Demócrito, por exemplo). **Explicação homogênea** ou monista foi apanágio tanto da física aristotélica como da sua variante medieval e mesmo a do Renascimento. São as causas formais de Aristóteles, procurando ver no próprio objeto, na "natureza do objeto", a causa das suas modificações. Halbwachs argumenta que a física do Renascimento, embora rompesse com os paradigmas aristotélicos, conservava em essência o mesmo modo de explicação homogênea. Comparar o paradigma de Ptolomeu com o de Copérnico: ambos explicam os movimentos dos corpos celestes através da composição de movimentos circulares e uniformes, buscando simetrias na natureza. E que os raciocínios considerando aspectos de simetrias estavam presentes nas explicações dadas por Galileu sobre o movimento ao longo de um plano inclinado.

Ainda segundo Halbwachs, este período é sucedido pela etapa de predomínio das **explicações heterogêneas** ou das causalidades heterogêneas, de Newton até mais ou menos 1830. No início do período em questão é o predomínio da física cartesiana, quando o tipo de explicação é a causalidade contígua. Com o triunfo da física newtoniana, muda-se o tipo de causalidade e o seu **modus operandi**, mas não a suprime. Temos então a causalidade a distância, cujo protótipo passa a ser a teoria newtoniana da gravitação. O período seguinte, caracterizado pela teoria de campos, é o predomínio de uma espécie de causalidade contígua, onde as explicações se dão através das equações em derivadas parciais. No fim do século XIX, presenciamos o ressurgimento das explicações batígenas dos físicos da Grécia antiga. Halbwachs chama atenção para o fato desse tipo de explicação não ser exaustivo, transferindo o problema da causalidade para um nível subjacente, uma vez que falta explicar as propriedades desses constituintes fundamentais, como os átomos e seus subprodutos. E que, apesar da resistência da escola positivista, estas explicações rapidamente adquirem supremacia. "A dialética do contínuo e do descontínuo, que provocará a grande crise da Física do século XX, é ao contrário, em fins do século XIX, potencialmente explicativa" (Halbwachs,<sup>5</sup>), p. 90). O período contemporâneo teve início a partir de 1900, caracterizado pela predominância de esquemas homogêneos e a fusão de uma série de conceitos, que antes eram vistos como completamente distintos.

## II. Comparação entre os princípios de Aristóteles e a Termodinâmica

Faz sentido comparar os princípios restritivos de Aristóteles com o esquema conceitual da termodinâmica clássica? É possível que sim. Em primeiro lugar, porque enquanto a mecânica newtoniana, e em particular, a cinemática do ponto material, através do conceito de espaço homogêneo, havia estabelecido que o movimento ou deslocamento dos corpos no espaço não era um processo, mas um estado; na

abordagem termodinâmica dos fenômenos, deparamos, novamente, com a idéia de movimento processo, ainda que de um modo um tanto implícito. Para Aristóteles, o conceito de movimento era muito amplo, sendo a natureza definida por ele como "princípio de movimento e alteração"<sup>7)</sup>. Quanto ao aspecto restritivo da termodinâmica, a primeira lei, como lei da conservação da energia, impõe uma certa restrição aos processos físico. Por outro lado, a segunda lei da termodinâmica ou lei do aumento da entropia tem um poder restritivo ainda maior. São duas restrições: uma fraca ou de primeira espécie (conservação da energia) e outra forte ou de segunda espécie (aumento da entropia).

Ainda mais, se na física aristotélica estava mais ou menos implícito um tipo de explicações baseadas em propriedades inerentes aos corpos; como se dizia, dependentes de sua natureza; na física clássica passaram a predominar princípios relacionais, sejam através de causas contíguas sejam através de causas distantes. A abordagem termodinâmica dos fenômenos, novamente, mas num nível bem mais elevado, volta a enfatizar alguns princípios de natureza intrínseca, mais precisamente, os princípios da conservação da energia e do aumento da entropia.

### **III. Seria o princípio da relatividade uma confirmação da existência de explicações homogêneas?**

Na época em que surgiu a teoria da relatividade, a tendência predominante na Física era uma espécie de síntese dialética de diversos conceitos e esquemas unilaterais do passado. Deste modo, a relatividade restrita, ao representar espaço e tempo como fazendo parte de um contínuo quadridimensional, faz, ao mesmo tempo, a fusão de dois conceitos, antes considerados absolutamente distintos. O mesmo procedimento passa a ser válido para uma série de outros conceitos fundamentais. Na teoria geral da relatividades não se fala mais de força gravitacional. A causa do movimento não é a atração gravitacional por um agente externo, mas se encontra nas propriedades intrínsecas do espaço-tempo curvo, que, por sua vez, depende da presença dos corpos. Matéria e espaço-tempo constituem uma unidade dialética. Em presença ou em ausência de campo gravitacional, o movimento é sempre "natural", excluindo outros campos, é claro.

Alguém já disse que as concepções da teoria geral da relatividade têm algo a ver com certos aspectos da física aristotélica. Kouznetsov<sup>8)</sup>, por exemplo, argumenta que assim como em Aristóteles, a obra de Einstein representa a encarnação de um princípio ontológico. Enquanto isso, autores como Feyerabend<sup>9)</sup> e Michel Paty<sup>10)</sup> indicam aspectos parmenidianos na teoria geral da relatividade. Este núcleo parmenidiano seria a certeza de uma unidade absoluta com base na teoria do contínuo espaço-tempo.

Finalizando, parece ser interessante notar que Tolman<sup>11)</sup> constata um paralelismo marcante entre os postulados da teoria da relatividade restrita e as duas leis da termodinâmica. Enquanto o primeiro postulado, como generalização dos

fracassos em detectar o movimento da terra através de um suposto éter, tem uma certa semelhança com a segunda lei da termodinâmica, como generalização dos fracassos para construir o chamado moto contínuo de segunda espécie, já o segundo postulado da relatividade, expressando os resultados das medições da velocidade da luz de fontes em movimento, tem algo em comum com o enunciado da primeira lei da termodinâmica, como expressão dos resultados da equivalência entre trabalho e calor. Estes argumentos parecem ser suficientes para justificar a convicção na existência de explicações homogêneas tanto na termodinâmica como na teoria da relatividade.

### Referências Bibliográficas

1. Duhem, P., *La Théorie Physique. Son Objet - sa structurere*, 1904, Ed. aum. e revista, 1914, Editora J. Vrin, Paris, 1989, p. 24.
2. Hertz, H., *Prinzipien der Mechanik*, 1892, em *Heinrich Hertz Festschrift anlässlich der Erforschung der elektromagnetischen Wellen vor 100 Jahren*, Heinrich-Hertz - Institut-Berlim, 1988, p. 82.
3. Poincaré, H., *A Ciência e a Hipótese*, 1902, Ed. UnB, 1988, p. 128.
4. Efitichios Bitsakis, *Sur le statut de lois physiques*, *La Pensée*, nº 204, 1979, pp.61-85.
5. Halbwachs, F., *Historia de la explicación en las ciencias*, em *La Explicación en las Ciencias*, Jean Piaget, Cap. IV, ED. Martinez Roca S/A Barcelona, 1977.
6. Halbwachs, F. et al., *Epistemología y Marxismo*, Cap. 3, Ed. Martinez Roca S/A, Barcelona, 1974.
7. Efitichios Bitsakis, *Mass, Matter, and Energy. A relativistic Approach*, *Found. Phys.* vol. 21, nº 1, 1991, pp. 63-81.
8. Kouznetsov B., *EINSTEIN*, Ed. Progresso, Moscou, 1965.
9. Feyerabend, P., *Obras Escolhidas sobre metodologia da Ciência*, Ed. Progresso, Moscou, 1986, p. 189 (em russo).
10. Michel Paty, *Sur le realisme d'Albert Einstein*, *La Pensée*, nº 204, 1979, pp. 18-37.
11. Tolman, Richard C., *Relativity Thermodynamics and Cosmology*, Dover, New York, 1987.

---

**A Concepção da “Estrutura da Matéria” em Descartes e Galileu - Batista, I.L.**

---

**SESSÃO B2 - Relatos de Experiência de Ensino**

Coordenador: Artur Eugênio Quintão

---

**Por onde Anda o Contando? - Ferreira, M.C.; Gonçalves Ledo, R.A.**

---

Atravessamos uma crise decorrente de rápidas mudanças no mundo do conhecimento científico e constante revolução tecnológica e cultural. Os micro-computadores já dividem o espaço conosco, a ponto de facilitar o processamento das mais distintas indagações, que o mundo nos apresenta. O Universo deixou, há algum tempo atrás, de nos impressionar pelo mistério de sua imensidão, pois, com as transmissões via satélite, essas distâncias passaram a ser menos expressivas.

Em função do quadro atual exposto, acreditamos que temos que nos precaver para tais mudanças, ao invés de simplesmente, em compasso de espera, decifrá-las somente quando as mesmas nos “atropelam”.

Acresce-se o fato de ser inadmissível acreditar na qualidade de qualquer instituição educacional, que se auto classifique como puramente repassadora do conhecimento. É imprescindível, portanto, que as instituições, ao menos, as de ensino superior lutem por estabelecer uma relação mais íntima entre a produção do conhecimento e transcrição do mesmo. Enfim, por tudo o que foi dito, será que é ainda possível insistir com os alunos, de qualquer que seja o nível, num aprendizado da ciência com metodologia do século passado?

Estamos quase à vespera de um novo milênio, onde as mudanças se fazem necessárias, mas, sem dúvida, devem ser bem administradas, de forma que sejam instigantes e significativas, não só para aqueles que se propõem a concebê-las, mas, também, para aqueles que se propõem a empreendê-las.

O ensino, de um modo geral, aponta duas situações distintas: professores que não conseguem uma aprendizagem, ao menos satisfatória, de seus alunos (situação real) e, por outro lado, professores que buscam uma aprendizagem significativa de seus discentes (situação ideal). Da primeira situação descrita, surge, por parte dos docentes, um desconforto ou uma total acomodação. Essa acomodação os leva à busca da culpabilidade. O professor de 3º grau culpa o professor de 2º grau, que, por sua vez, culpa o professor de 1º grau. Porém, o professor de 1º grau é formado pelo de 2º, que, por sua vez, é formado pelo de 3º grau, gerando, conseqüentemente, um círculo vicioso de culpabilidades, que só traz como certeza o fato de que o insucesso do ensino atual é de responsabilidade dos três segmentos.

Aceitando a parcela de responsabilidade que nos compete, apesar do conhecimento da incerteza e do medo, gerados por qualquer situação nova, nos propomos a aceitar um grande desafio: desenvolver, testar e por em prática um projeto pedagógico que tente viabilizar soluções que, ao menos, minimizem os problemas causados pelas falhas do processo ensino-aprendizagem na área de Ciências Físicas de 1º à 4º série do 1º grau.

## Comunicações Orais

O projeto Contando a Física II surgiu da proposta inicial do Contando a Física, que basicamente consistia em desenvolver um trabalho lúdico-pedagógico com alunos do 1º segmento do 1º Grau, através do uso de histórias infantis, envolvendo conceitos de Física, seguidas de experimentos feitos com material de baixo custo, buscando, assim, despertar a curiosidade científica das crianças nesse nível de escolaridade.

Entretanto, o Grupo de Ensino de Física da UERJ verificou que era possível contribuir de maneira mais audaciosa na melhoria do ensino de Ciências, interferindo na formação do professor das séries iniciais. Para tanto, foram elaborados textos para esses docentes, onde os conceitos físicos serão amplamente discutidos, compreendidos, assimilados e vivenciados, seguidos elaboração de histórias infantis, dentro de cada tema, e do desenvolvimento de experimentos correlatos com material alternativo. Todo o material pedagógico produzido foi trabalhado em grandes unidades, que contemplam o conteúdo programático da Rede Municipal do Rio de Janeiro.

O projeto visa oferecer futuramente aos profissionais ligados ao ensino de Ciências de 1ª à 4ª séries do 1º Grau novas oportunidades de aperfeiçoamento, através de cursos de extensão, com o comprometimento de profissionais ligados ao Ensino Superior. Tais cursos terão como objetivo fornecer subsídios teórico-práticos, que efetivamente contribuam para a melhoria da qualidade do ensino de Ciências Físicas, de forma criativa, divertida e lúdica, dando ênfase ao rigor conceitual, despertando a curiosidade da criança, aliada ao repensar metodológico do planejamento didático-científico do professor que atuará com a referida clientela. O presente trabalho visa apresentar uma síntese do material elaborado até o presente momento.

### Etapa Atual do Projeto - Desenvolvimento de Material

O desenvolvimento do material pedagógico a ser utilizado nos futuros cursos segue as seguintes etapas:

- levantamento do conteúdo programático seguido na Rede Oficial do Estado do Rio de Janeiro
- divisão deste conteúdo em grandes unidades
- elaboração de textos didáticos, voltados ao professor
- elaboração de histórias infantis, envolvendo os principais conceitos abrangidos por cada unidade
- desenvolvimento de experimentos simples, com material de baixo custo, que possam ser facilmente reproduzidos pelas crianças
- elaboração de questionários de avaliação, para serem aplicados aos professores, ao final de cada unidade

Unidades Desenvolvidas Até o Momento:

- Calor e Temperatura
- O Ar
- Direção e Sentido
- Sistema Solar
- Planeta Água

Em cada unidade foram elaborados um texto, onde os conceitos são amplamente discutidos, a ser aplicado aos professores, uma história infantil, em linguagem compatível com a faixa etária a que se destina, experimentos simples, a serem reproduzidos pelos professores e, posteriormente, pelas crianças, e questionários, envolvendo os principais conceitos abordados.

Unidades a Serem Desenvolvidas:

- A Luz
- Eletricidade e Magnetismo
- O Som
- Solo

É fundamental, portanto, que esse projeto educacional encontre ressonância nos meios acadêmicos, junto a instituições afins e na comunidade em geral, através de cursos e programas de extensão, que possibilitem uma troca, de forma que se enfatize a dimensão pluralista, responsável pela socialização de um saber, visando atingir os objetivos maiores de nossa universidade pública, que busca inter-relacionar e comprometer o ensino com a pesquisa e a extensão. Assim, fica a garantia da eficácia do ensino com a necessidade permanente de que o futuro educador possa, através de uma avaliação crítica de sua práxis, enfrentar os problemas da realidade, sendo, efetivamente, um agente em potencial de transformações educacionais.

Bibliografia:

- BRINGUIER, J.C. - Conversando com Jean Piaget; Difel-SP, 1978  
COELHO, B. - Contar Histórias Uma Arte Sem Idade; Ática-SP, 1991  
DRIVER, R., Guesne, E., Tiberghien, A. - Ideas Científicas en la Infancia y la Adolescencia; Morata-Madrid, 1979  
FERRAÇO, C. E. - Os Conteúdos de Física no Ensino das Séries Iniciais: a necessidade de superação do conhecimento empírico; Caderno Cedes-18-Cortez-SP, 1987  
FRACALANZA, H., Amaral, I.A. do e Gouveia, M.S.F. - O Ensino de Ciências no Primeiro Grau; Atual, 1986

---

**O Ensino da Água na Comunidade do Parque São João - Nascimento, S.S.; Costa, M.A.S.**

---

O trabalho discute atividades desenvolvidas dentro do tema "A Água", em três turmas de 5ª série da E.M. Professor Domingos Diniz, Contagem (MG). Esse tema além de pertencer à proposta curricular oficial, está intimamente ligado a problemas enfrentados cotidianamente por esses alunos, que vivem em um ambiente típico da periferia dos grandes centros urbanos. O primeiro contato dos alunos com o tema foi uma entrevista domiciliar onde a água foi situada no contexto diário: a água da torneira, a que bebemos, a que usamos para fazer comida. Neste primeiro contato, os alunos confeccionaram cartazes identificando a água em várias situações: a água do rio, do solo, do mar, do ar, dos seres vivos...

Como medir uma quantidade de água? A água serve como medida? Estas duas questões foram analisadas através da representação dos alunos de 11 anos à 14 anos. O registro escrito foi coletado durante atividades que analisaram o consumo de água em algumas situações, a leitura do hidrômetro e da conta de água, a construção de um metro cúbico e a construção e observação de um terrário. Apresentamos, também, a análise das previsões dos alunos, sobre as condições de equilíbrio biótico e abiótico do terrário. Um roteiro de vídeo foi editado a partir de elementos levantados pelos alunos como importantes para o registro das atividades de Ciências.

---

**Mudança Conceitual em Alunos da 5ª série do 1º grau relativa à Flutuação dos Corpos em Meios Líquidos - Canto, R.S.; Kapras-Teixeira, S.**

---

A pesquisa em questão está sendo realizada em uma escola pública municipal do Rio de Janeiro, em turmas de 5ª série do 1º grau nas quais uma das autoras é professora regente.

Em um primeiro momento da pesquisa foi aplicado um pré-teste nas turmas com o objetivo de levantar as concepções alternativas que os alunos trazem acerca da conservação da massa, do peso e do volume diante das alterações da forma do corpo e acerca da razão que atribuem ao afundamento e à flutuação dos corpos em meios líquidos.

Partindo dos dados assim recolhidos, procedeu-se ao planejamento de uma seqüência de aulas, usando-se como referencial teórico o construtivismo piagetiano. Algumas das experiências realizadas por Piaget em seus estudos sobre o processo de formação do conhecimento foram, então, adaptadas para o contexto de sala de aula, objetivando a instalação de um processo ensino-aprendizagem no qual possam construir o seu próprio conhecimento, avançando de suas concepções alternativas, a nível de senso comum, para concepções científicas aceitas atualmente.

Optou-se por trabalhar o conteúdo através da seguinte seqüência de aulas: conservação da massa e de peso diante das alterações de forma; conservação do volume diante das alterações; medida do volume; densidade; flutuação.

O objetivo final é que os alunos cheguem à explicação da flutuação e do afundamento dos corpos em meios líquidos através da relação entre a densidade do corpo e a densidade do líquido no qual ele foi colocado. Como a construção do conhecimento não se esgota num só momento, temos a expectativa de que os conhecimentos ora construídos pelos alunos sirvam-lhes de base para que, no futuro, construam novos conceitos, cognitivamente mais avançados. Por exemplo, considerar a relação dinâmica entre peso do corpo e empuxo por ele recebido para explicar a flutuação dos corpos em meios líquidos.

Ao término de cada item do conteúdo procede-se à aplicação de uma ou duas questões de avaliação da aprendizagem ocorrida até então. Ao final de toda a sequência de aulas será aplicado um pós-teste para avaliar as mudanças conceituais ocorridas. No momento, estamos analisando as respostas das primeiras questões de avaliação.

---

**Gray, Gay, Green... cada Física com seu Gago - Tertuliano, J.**

---

Apresenta-se nesta comunicação o relato de algumas vivências em salas de aula de Física de 2º grau com poucos alunos (1 a 15), e de 3º grau com mais alunos (30 a 50), usando **experimentos simples** como ponto de partida para o **ensino** do professor, e para o **aprendizado** de cada aluno, à luz de resultados recentes de pesquisas em **Didática das Ciências** (ASTOLFI & DEVELAY, 1991). Estas pesquisas sugerem que as pessoas, escolarizadas ou não, têm um conhecimento do mundo, grosso modo, constituído de noções ambíguas e pouco articuladas entre si. Nas escolas de 1º e de 2º grau e nas universidades, este conhecimento, aqui denominado de "**Física Ingênua**", mostra-se no discurso de alunos através de noções de Física pouco articuladas entre si para descrever suas vivências com fenômenos de movimento, de luz, de calor, de energia, de eletricidade e de magnetismo, entre outros.

Em contraste com esta Física Ingênua, o professor busca apresentar a eles a "**Física dos Cientistas**", aqui denominada de "**GRAY PHYSICS**" no sentido de exigir uma certa disciplina e um certo esforço mental, da "massa cinza", para uma compreensão razoável). Os resultados deste confronto entre as duas Físicas do ponto de vista dos alunos, em geral são imprevisíveis quando se tenta mensurá-los convincentemente enquanto "aprendizado". Argumenta-se aqui que aumentam as chances de **previsibilidade do aprendizado** de cada aluno quando são examinadas as descrições de fenômenos simples dadas pelas duas Físicas. Com isto, criam-se mais oportunidades para diálogos profícuos entre professor e alunos. Esta forma tentativa de ensinar Física é aqui denominada "**Física Alegre**" (**GAY PHYSICS**). Seria temerário afirmar tão cedo que esta pode ser uma das trilhas primorosas para o Ensino de Física, partindo de vivências de pouco mais de dois anos. O que se busca aqui é submetê-la à crítica de colegas e professores e pesquisadores com interesses afins, numa tentativa de avaliar melhor os rumos e os caminhos escolhidos. **Em tempo:** os **materiais** necessários para os experimentos simples propostos para os

alunos tem sido de **baixo custo** ou de **fácil acesso**, isto tem minimizado em parte a demanda ou **recursos escassos** nas escolas (espaço físico e equipamentos adquiridos em reais ou dólares, "grana", ou "verde"), tal demanda é aqui denominada de "**GREEN PHYSICS**".

---

### **Imagens, Mãos, Construções: Ensino de Educação Artística e de Ciências no 1º e no 2º Graus** - Barroso, L.; Luna, F.; Tertuliano, J.

---

Nesta comunicação, dois professores de **Educação Artística** relatam algumas das suas **vivências** com alunos de **escolas públicas de 1º e 2º graus**, em salas de aula e eventos além-escola numa cidade de porte médio (300 mil habitantes) do interior do Nordeste. Este relato é aqui apresentado em dois momentos: antes e depois de dedicar parte das aulas de Educação Artística à construção e manuseio de alguns **experimentos simples**, e a tentativas de compreensão de fenômenos trazidos à luz por estes experimentos propostos por um terceiro professor, de **Física**. Esta forma de apresentação do relato em dois momentos mostra mais um esforço didático que uma ruptura no ensino de Educação Artística, antes e depois da construção de experimentos. De fato, afirma-se aqui que foram enxergadas mais idas e vindas entre o uso manifesto de **habilidades artesanais** e o uso latente de **habilidades cognitivas** por cada aluno, do que foi possível ver em algumas leituras de textos de **didática para professores de 1º e 2º graus**. Este trabalho, iniciado há menos de um ano, tem sugerido a cada aluno uma certa **impossibilidade de esgotar a aquisição de conhecimento de um fenômeno** numa aula, ou mesmo nos limites da escola. Nesta perspectiva, busca-se aqui relatar algumas vivências a colegas professores e pesquisadores numa tentativa dos autores da comunicação para compreender melhor o próprio trabalho. As reflexões possíveis neste Simpósio, e novas leituras de textos pertinentes ao presente trabalho poderão dar uma orientação mais precisa ao mesmo no futuro próximo.

---

### **Ensino de Ciências: Parceria entre Professores no 3º Grau** - Fernandes, J.; Tertuliano, J.

---

A presente comunicação relata brevemente as origens e alguns resultados preliminares de **parcerias** entre professores de 3º grau, os quais ensinam parcelas de cinco das **vertentes do conhecimento** (Matemática, Estatística, Computação, Química e Física) para alunos(as) de **Engenharia** (Agrícola, Civil, Elétrica, Materiais, Mecânica, Minas e Química), de uma ciência empírica (**Meteorologia**), e de ciências formais (**Matemática e Computação**) do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (CCT/UFPB).

Entre as origens destas parcerias é digna de nota o esforço de alguns colegas professorés em identificar convergências na **compreensão de dificuldades**

enfrentadas no ensino de parcelas de conhecimentos catalogadas em "disciplinas". Dai emergiu uma convergência nitidamente superior as demais: uma **ausência quase que absoluta de reflexões** acerca de tais dificuldades feitas por professores de disciplinas afins: Cálculo I e II, Estatística I e II, Introdução à Computação e Cálculo Numérico, e Física I e II, por exemplo.

A partir disso, decidiu-se preencher esta lacuna através das parcerias aqui descritas. Grosso modo, cada professor interessado numa parceria torna-se **anfitrião** de professores **convidados** de outras disciplinas.

Na **sala de aulas do anfitrião**, responsável pelo ensino de disciplinas com 60 a 90 horas de aulas, cada convidado é instado a fazer uma **apresentação concisa** de até meia hora para os(as) alunos(as) do anfitrião. Esta apresentação concisa da parcela do conhecimento ensinada pelo convidado pressupõe um investimento de algumas horas de conversas, de pesquisas bibliográficas, e de reflexões.

Dessas conversas, pesquisas e reflexões surgiu a necessidade de explicitar para os(as) alunos(as) algumas **categorias gerais** comuns às parcelas de conhecimento catalogadas nas disciplinas em foco: os três níveis elementares de **mensuração**: nominal, ordinal e cardinal, os quatro **modelos físicos** fundamentais (MRU, MRUV, MCU e MHS), e as duas **técnicas de cálculo avançado** básicas: cálculo diferencial e cálculo integral. Uma compreensão explícita destas categorias por cada aluno(a), em alguma medida poderá contribuir para que ele(a) adquira uma compreensão articulada dessas parcelas apresentadas em momentos distintos.

O trabalho, em **gestação** há alguns anos atrás, está dando os seus **primeiros passos** concretos há apenas alguns meses. O que impede seja feita uma **avaliação mais precisa do mesmo** à luz da vertente de conhecimento "**Didática das Ciências**", sugerindo remetê-lo à crítica de colegas, professores e pesquisadores, as quais são mais do que bem vindas, pois certamente elas nortearão a condução de novas parcerias aqui e alhures.

## RESUMO:

O artigo discute o conceito de lúdico e sua aplicação ao ensino de Física. É apresentado o resultado de uma atividade lúdica desenvolvida durante a META em 1993.

Palavras chaves: lúdico, ensino de Física, ensino informal

## 1. INTRODUÇÃO

Muito se tem falado sobre a dimensão lúdica do ensino. Tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio, parece de claro consenso a necessidade de se trabalhar esse aspecto do ensino. A proposta de potencializar tal dimensão em qualquer tipo de atividade implica na necessária revisão do conceito, da função e das possibilidades do elemento lúdico não só na perspectiva dos primeiros anos da infância mas também na formação integral do cidadão.

Em geral, o conceito de lúdico, abrangendo vários campos, é apresentado como algo dotado das seguintes características:

1. ser agradável e produzir prazer;
2. ter uma motivação intrínseca: não há objetivos extrínsecos;
3. promover o entretenimento, o engajamento e o envolvimento dos participantes.

No âmbito das considerações antropológicas o lúdico é algo que ultrapassa o campo de interesses diretamente materiais ou pessoais e pode atingir finalidades culturais. Muitas das atividades humanas inseridas no domínio da estética, por exemplo, apresentam qualidades lúdicas que não são identificadas. Interessante destacar que a palavra Estética deriva do grego *aisthesis*, que significa sensação, sentimento. Atualmente, para a filosofia, a estética representa a "Ciência do belo", a disciplina que estuda a sensação, o sentir. Um dos aspectos da reação estética não refere-se à qualidade de um evento, mas à nossa percepção do mesmo.

Nesse sentido realçamos que a dimensão lúdica da educação também está ligada à percepção e representação dos eventos. Trabalharemos com o potencial lúdico existente na interação do indivíduo com os objetos que compõem o mundo físico, natural e tecnológico do qual faz parte. Segundo Moura<sup>1</sup> o campo do ensino de Ciências é extremamente favorável à promoção de um "impulso lúdico" através da conjugação harmônica dos elementos sensíveis e racionais da própria Ciência.

Atividades lúdicas, como por exemplo jogos, desenvolvem nas crianças o respeito pelo outro, a organização de grupos, a formulação de regras e de ordens e a superação de obstáculos do domínio de habilidades e conteúdos. Entretanto qualquer

atividade lúdica pode se transformar em uma tarefa enfadonha e penosa se não considerarmos certos aspectos: Primeiro, para a criança a atividade lúdica tem um caráter moral. O jogo é um juramento a si mesmo e aos outros de respeitar certas regras. É como um trabalho, pode vir a ser fatigante. Assim é conveniente propormos atividades dentro do grupo de interesse dos participantes. O jogo é uma atividade social, portanto é importante destacarmos os resultados e socializarmos as soluções apresentadas pelos participantes. Segundo, nem sempre o atrativo à atividade lúdica é seu aspecto estético. Muitas vezes o desafio e os obstáculos a superar que a atividade representa são os elementos mais valorizados.

## 2. JOGOS, BRINCADEIRAS E DESAFIOS

É muito difícil precisar as idades e os interesses pelas atividades lúdicas. Château<sup>ii</sup> define algumas atividades de jogos classificados por faixa etária. Segundo sua classificação os primeiros tipos de jogos que aparecem não tem regras e são puramente *funcionais*. A criança repete gestos espontâneos algumas vezes por imitação. Paralelo ao desenvolvimento infantil, surgem os jogos *hedonísticos* que se caracterizam pela busca de um prazer como por exemplo um ruído ou uma sensação tátil. A exploração de si mesmo e do outro, bem como a manipulação, são colocados como o *jogo com o novo*. Estes, por imitação, apresentam os primeiros esboços do jogo humano. Ainda sem o aspecto da regra, um gênero especial de jogos desenvolvidos pelas crianças, são os de *destruição, desordem e euforia*. Solitários ou em grupos, representam um desejo de afirmação e de domínio de habilidades. Com a regra, essa afirmação adquire outros elementos como nos jogos de imitação e de construção. Na idade escolar, os jogos começam a ter regras arbitrárias que evoluem chegando aos jogos figurativos e sociais, assim como os de jogos de valentia que são pouco observados entre as meninas. A partir dos 10 anos esses tipos de jogos dão origem às competições e a jogos coletivos.

| JOGOS/ IDADE       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| FUNCIONAIS         | X | X | X | X | X | X | X |   |   |    |    |    |    |
| HEDONÍSTICOS       | X | X | X |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| COM O NOVO         | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  |
| DE DESTRUIÇÃO      |   | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |    |
| DE DESORDEM        |   |   |   | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |    |
| FIGURATIVOS        |   |   |   |   |   |   | X | X | X | X  | X  | X  | X  |
| DE CONSTRUÇÃO      |   |   |   |   |   |   | X | X | X | X  | X  | X  | X  |
| REGRAS ARBITRÁRIAS |   |   |   |   |   |   | X | X | X | X  | X  | X  | X  |
| DE VALENTIA        |   |   |   |   |   |   | X | X | X | X  |    |    |    |
| DE COMPETIÇÃO      |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X  | X  | X  | X  |
| DANÇAS             |   |   |   | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  |
| CERIMÔNIAS         |   |   |   |   |   |   |   | X | X | X  | X  | X  | X  |

## Comunicações Orais

Para o ensino de Ciências, que trata do conhecimento referente ao mundo físico, um dos grandes problemas enfrentados é o da evolução da explicação causal dos eventos. Os indivíduos estabelecem uma relação com os eventos o que implica em estruturar um processo de construção do conhecimento sobre o evento. Essa construção está ligada à percepção e representação dos eventos. As atividades lúdicas apresentam contribuições para o desenvolvimento do espírito crítico, da imaginação e da faculdade de sistematizar através de previsões, elementos tão necessários à elaboração do conhecimento científico. Instrumentos como o caleidoscópio, luneta e o giroscópio inspiraram sistematizações científicas. Vários experimentos de eletrostática eram usados como brincadeiras de feiras livres na Renascença. As possibilidades de ganho no gamão estabeleceram bases para o cálculo de probabilidades e outros exemplos que poderíamos listar.

Não devemos esquecer a função das atividades lúdicas de promover o desenvolvimento do gesto infantil, de suas habilidades artísticas, suas formas de representação do mundo percebido, suas soluções criativas para as situações apresentadas. Estes são alguns dos objetivos de uma educação científica que pretende possibilitar aos cidadãos uma leitura do mundo.

### 3. ANÁLISE DE UMA ATIVIDADE LÚDICA

As situações de ensino informal são freqüentes, mas poucas vezes são registradas. Em setembro de 1993, durante a XV META- Mostra Específica de Trabalhos e Aplicações- do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG), os visitantes da Mostra, alunos e não alunos, foram desafiados a resolver situações que envolviam conceitos básicos de física. Os desafios eram questões a serem resolvidas experimentalmente como: "-Com um aro e uma esfera é possível traçar um reta? Como elevar uma massa presa em um fio sem tocá-lá?", etc- também era solicitado a explicação para a solução da questão. Durante a Mostra alunos do segundo ano do curso de informática do Cefet aplicaram as atividades lúdicas em pessoas de uma larga faixa etária. Analisamos os resultados em uma das situações: "Dois corpos de massas iguais são superpostos: como retirar o inferior sem tocar no superior ?" Os desafiados recebiam dois pequenos cilindros e uma régua, colocados sobre uma mesa. Experimentalmente é um desafio fácil. Apenas 8,3% das pessoas que o aceitaram não acertaram o procedimento experimental.

Para resolver a situação-problema podemos tomar dois caminhos:

1. não aceitar o desafio: *suspender a de cima e tirar a de baixo* (30,M,T)<sup>iii</sup>
2. ou iniciar as tentativas:

*aplicar uma força apenas na rodinha de baixo* (17,M,S)

*bater com força na rodinha de baixo* (18,F,S)

Com relação à explicação do fenômeno físico podemos aglutinar as soluções apresentadas em dois grupos de respostas: Um grupo, 41,7% que justificaram o procedimento utilizando o conceito de inércia.

*por inércia, a rodinha de cima tende a ficar no lugar (21,F,T).  
a segunda esfera por inércia tende a ficar parada (15,M,S)*

Mas que inércia é esta?

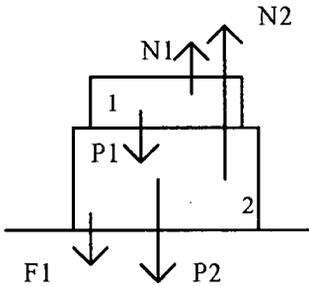
O conceito de inércia é uma das novidades do século XVI. A "dinâmica" - a ciência da força e do movimento, batizada por Leibniz (1646-1716) anos após a publicação do *Principia* de Newton (1642-1727) - é distinta de todas as considerações desde a antiguidade sobre a mudança de posição de um corpo. Por este princípio, os cientistas concebiam que o corpo poderia manter-se em movimento uniforme e retilíneo sem precisar de um motor ou força externa. Assim, existe uma espécie de equivalência entre o movimento retilíneo e uniforme e o repouso sendo ambos um "estado", segundo Descartes (1596-1650). Ao contrário da física aristotélica que considera o movimento um "processo" distinto do repouso, a nova física o irá considerar um "estado" especial do movimento.

Outro grupo de respostas (50,3%) aponta para a presença de uma força externa ao sistema que modifica as condições de equilíbrio estático e é identificada de muitas maneiras:

- *usar a régua, rapidez do movimento com a régua sobre a rodinha de cima (22,M,S)*
- *dar uma pancada na rodinha de baixo. Como eu apliquei a força apenas na de baixo, a rodinha de cima obrigatoriamente fica no lugar (26,M,S)*
- *Bater na rodinha de baixo com a régua. A força aplicada na base desloca a rodinha de baixo. A rodinha de cima permanece no lugar porque ela não foi atingida pela régua. (47,M,T)*
- *Dar uma rasteira na rodinha de baixo. A pancada foi rápida e a rodinha de cima não sentiu a rasteira ficando no mesmo lugar. (14,M,S)*
- *Dar um torque rápido na rodinha com força. A força e o jeito com que você atinge a rodinha de baixo faz com que a de cima so desça, porque ela perde seu apoio. (32,F,T)*

Um sistema físico pode ser constituído de várias partes, cada qual com sua massa e aceleração. A força resultante é a soma vetorial de todas as forças que atuam em cada uma das partes. Na questão, um corpo 1 de massa  $m_1$  repousa sobre um corpo 2 de massa  $m_2$  que, por sua vez repousa sobre uma superfície (veja a figura 1). Neste caso, relativamente simples, existem atuando no sistema de dois corpos cinco forças: duas forças no corpo 1 (a gravitacional para baixo e a de sustentação, para cima, exercida pelo corpo 2): três forças no corpo 2 (a gravitacional para baixo, a de sustentação, para cima, exercida pela mesa sobre o qual o sistema repousa, e uma força exercida para baixo pelo corpo 1). Estando o sistema em repouso, pela 2ª lei de Newton, podemos escrever, para os dois corpos:

$$\Sigma F = 0 \quad (1)$$



$P_1$  = peso do corpo 1

$P_2$  = peso do corpo 2

$N_1$  = força de sustentação do corpo 2 sobre 1

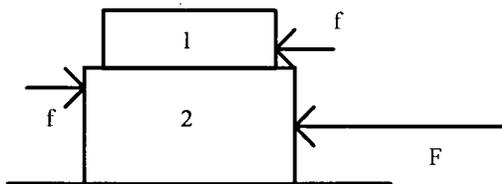
$N_2$  = força de sustentação da mesa sobre 2

$F_1$  = força do corpo 1 sobre 2

Figura 1 - sistema em repouso

Para o corpo 1,  $N_1 - P_1 = 0$  e, para o corpo 2,  $N_2 - P_2 - F_1 = 0$ . A soma dessas forças ainda será nula no caso do sistema entrar em movimento sobre a mesa, pois são todas verticais.

Todos aqueles que acertaram o desafio experimental aplicaram uma força relativamente grande na rodinha de baixo. No caso da força ser pequena os dois corpos adquirem a mesma aceleração. Mas as respostas dadas estão longe de explicar o fenômeno ocorrido. Surgem, entre os dois corpos, ao se aplicar uma força externa (a pancadinha), forças de contato que um exerce sobre o outro. São forças de atrito, estático ou cinético caso haja repouso ou movimento relativo entre os dois. Essas forças de atrito atuam nos dois corpos e são iguais e opostas formando um par de ação e reação, de acordo com a terceira lei de Newton (veja a figura 2).



$F$  = força aplicada (pancadinha)

$f$  = força de atrito cinético entre os corpos 1 e 2 (ação e reação)

Figura 2 - sistema em movimento acelerado

Ao se aplicar a força (pancadinha  $F$ ) sobre o corpo 2 ele adquirirá uma aceleração  $a_2$

$$F - f = m_2 \cdot a_2 \quad (2)$$

Em (2),  $f$  é a força de atrito, contrária à força aplicada. Sobre o corpo 1 atuará apenas a força de atrito  $f$  que o acelerará de  $a_1$ , de acordo com a segunda lei de Newton:

$$f = m_1 \cdot a_1 \quad (3)$$

Quando a força aplicada for menor que a força de atrito estático máximo entre os dois corpos, o corpo 1 não deslizará sobre o 2 e ambos terão a mesma aceleração. Quando a força  $F$  for maior que o atrito estático máximo, o corpo 1 deslizará sobre o 2, e suas acelerações serão diferentes.

Quando, então, o corpo 1 não sairá do lugar, apenas caindo do bloco de baixo? No caso em que a força aplicada  $F$  for muito maior que o atrito entre os corpos a aceleração do corpo 2 será muito maior que a do corpo 1 dando a impressão de que ele não sai do lugar.

E porque a pancadinha deve ser rápida? As forças de colisão são também conhecidas como forças impulsivas. São responsáveis pela variação do momento linear do sistema e quanto mais curto o intervalo de tempo de interação da força maior ela será.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como se vê a explicação do desafio está na segunda lei de Newton, não satisfazendo a resposta que *"por inércia o corpo de cima tende a ficar no lugar"* (21,F,T). E voltando à nossa questão, que inércia é essa? No senso comum o conceito de inércia está ligado ao de repouso. Encontramos no Novo Dicionário Aurélio a seguinte definição para o verbete "inércia": *Falta de ação, de atividade; letargia, torpor*. E é exatamente esta definição do senso comum que pessoas, mesmo com segundo e até terceiro grau de escolaridade, estão utilizando na solução ao desafio. A compreensão da primeira lei implica numa maneira diferente de analisar o movimento. O estado de repouso assumido como dinamicamente equivalente ao movimento retilíneo uniforme é um grande obstáculo do senso comum. O princípio da inércia é colocado relacionado aos estados de equilíbrio estáticos independentes do referencial tomado pelo observador. Está aí presente o repouso absoluto de Aristóteles. Outro elemento ausente é a conceituação de força como variação da quantidade de movimento, relacionando assim a força ao intervalo de tempo de interação.

Atividades como a descrita, quando analisadas pelos alunos, possibilita o surgimento de todas as questões discutidas. Muitos dos alunos são capazes de resolver a questão aplicando as leis de Newton motivados por desafios. Assim a atividade lúdica, o jogo, o desafio podem ser utilizados como elementos motivadores de explicitação e superação de obstáculos para a compreensão de conceitos. A avaliação dos alunos dos diversos desafios que enfrentaram foi o de representarem uma excelente sistematização do conteúdo apresentado no curso tanto para a solução das situações quanto na criação de novos desafios.

## 1-INTRODUÇÃO

Para avaliarmos a aprendizagem dos alunos e permitir que os resquícios de conceitos espontâneos destes pudessem novamente serem levantados e novamente discutidos, desenvolvemos questões abertas, inspirados em pesquisas rescentes sobre o uso dos problemas abertos (Gil Pérez e Martínez-Torregrosa, 1983; Gil Pérez et al., 1989; Gil Pérez et al., 1990, Carvalho e Gil Pérez, 1993 e Gil Pérez, 1993a e b).

Os problemas abertos desenvolvidos e propostos por Gil Pérez e colaboradores se apresentam como um instrumento ótimo para aproximar as atividades dos alunos daquelas típicas do cientista. Tais problemas principalmente desenvolvidos em Mecânica e Eletricidade, constituem-se em uma tradução dos exercícios tradicionais, com a retirada de elementos numéricos visando aumentar as possibilidades de análise e de resolução.

Para que se consiga solucioná-los, os alunos necessitam de construir modelos, levantar hipóteses e pensar em possíveis caminhos, até escolher um caso próximo à realidade e sugerir valores para a concretização de uma resposta.

## 2. USO DA QUESTÃO ABERTA

A princípio, desejamos desenvolver um desses problemas, por reconhecer nestes as possibilidades apontadas acima, mas talvez pela dificuldade intrínseca dos conteúdos da Física Térmica, que trabalham com poucas variáveis e permitem poucas situações fenomenológicas em relação aos conceitos de mecânica e eletricidade – os quais foram os conteúdos trabalhados nas pesquisas citadas – não conseguimos formular um problema aberto dentro do paradigma proposto pelos autores citados, mas sim algumas questões abertas. Entre elas escolhemos: *Irá variar a temperatura do corpo?*

Tal questão quando apresentada causou perplexidade nos alunos, sendo assim o professor, o qual tem uma grande experiência profissional, sentindo o clima da classe, reformulou a pergunta, solicitando o contexto que irá variar a temperatura de um corpo qualquer. Ou nas palavras do professor: *”Eu gostaria que vocês relacionassem com explicações o contexto que permitirá ou não fazer variar a temperatura de um corpo”*.

Com a mudança, pareceu-nos que a questão ficou mais adequada pois conseguimos com ela respostas interessantes e uma discussão muito rica do ponto de vista dos conceitos.

A questão apresentada foi entregue aos alunos e foi solicitado que a respondessem individualmente, após esta tarefa os alunos foram reunidos em pequenos grupos espontâneos (em um total de 11 grupos) e o professor passou a percorrer a sala

buscando sanar problemas que os alunos levantaram, recolocar novas questões e desafiar os alunos com novas possibilidades.

Após este trabalho em grupos, fez uma discussão geral com cada classe. Um aluno foi convidado para sistematizar as idéias na lousa e os outros foram expondo as suas concepções e debatendo na medida que apareceram idéias divergentes.

Esta questão foi aplicada em duas salas de 1ª série do 2º grau de um curso regular, para 56 alunos com idades variando de 14 a 17 anos.

### 3. RESPOSTAS TÍPICAS OBSERVADAS<sup>1</sup>

#### 3.1. Respostas individuais

Analisando as respostas obtidas individualmente, classificamos os alunos em quatro categorias:

CATEGORIA 1: Dos alunos analisados, 18 apresentam respostas sem menção de elementos do modelo cinético e carregadas de fenômenos macroscópicos e não fazem referência à possibilidade de constância da temperatura. Como exemplos:

ALUNO 1: *”-Quando dois corpos de diferentes temperaturas entrarem em contato até entrarem em equilíbrio térmico, quando um corpo estiver submetido à uma fonte de calor e quando este mesmo corpo após estar na ausência desta fonte de calor, agora, submetido à temperatura ambiente.”*

ALUNO 2: *“Ao aquecermos um sólido com uma fonte de energia, um corpo variará a temperatura quando o sol aquecê-lo, quando aquecermos um líquido, uma pessoa com febre, um dia quente e aquecer um quarto com um aquecedor ou esfriar com um ar condicionado.”*

CATEGORIA 2: Da amostra, 23 apresentam elementos do modelo cinético, mas não sugerem as situações em que a temperatura se mantém constante. Exemplificando:

ALUNO 3: *“Se houver um aquecimento ou resfriamento, que produza aumento ou diminuição do movimento das moléculas, por atrito e por radiação.”*

ALUNO 4: *“Quando uma matéria receber calor, aumenta assim conseqüentemente a energia cinética das suas partículas, quando atritamos um corpo e quando gelamos as partículas vão parando”.*

CATEGORIA 3: Na seqüência, 9 alunos apresentam respostas citando as condições em que a temperatura permanece constante, mas não usam elementos do modelo cinético.

ALUNO 5: *“Se colocarmos dois corpos em contato a diferentes temperaturas, haverá troca de energia e eles irão variar as temperaturas, quando uma pessoa corre ou se agita, quando alguém está com febre. Não*

<sup>1</sup> As respostas dos alunos foram transcritas de forma mais fiel possível, sem correções de escrita. O leitor encontrará erros de ortografia e de concordância

*há variação de temperatura nas mudanças de estado e quando dois corpos estão em equilíbrio.”*

CATEGORIA 4: Por fim, 6 alunos apresentam respostas mais completas:

ALUNO 6: *“Irá variar: todos os corpos a diferentes temperaturas que se encostarem, quando exposto a radiação e corpos que tenha o estado de agitação de suas partículas modificado. Não irá variar: corpos de mesma temperatura em contato, corpos que não cedam ou recebam calor e nas mudanças de estado.”*

### 3.2. Respostas dos grupos

As resposta elaboradas nos grupos mostraram superiormente elaboradas. Grandes discussões foram observadas. Observou-se nitidamente que, aqueles alunos que já apresentavam respostas mais interessantes, por interagirem com outro acabaram por convencê-los das suas idéias e também por complementá-las, caracterizando um processo muito rico.

Da análise das respostas em grupos, cinco (5), apresentam melhoras significativas. Para exemplificar, selecionamos dois grupos: GRUPO 1: *“a- Para que haja variação de temperatura em qualquer matéria tem que haver fornecimento ou retirada de calor. Ou seja, tem que se provocar mudanças nas agitações das partículas; b- Não haverá variação de temperatura durante as mudanças de estado; c- Quando há diferenças entre as temperaturas de dois corpos, as trocas de calor, através da condução, radiação e convecção, provocam uma variação de temperatura até que os dois corpos atinjam um equilíbrio térmico; d- A maior ou menor intensidade da variação de temperatura depende do calor específico da substância e da capacidade térmica do corpo. Sendo assim, o calor específico e a capacidade térmica são inversamente proporcionais a essa variação de temperatura; e- Com a variação de temperatura, a matéria se dilata ou se contrai. Quando há aumento de temperatura, a matéria se dilata (excessão: a água tem o comportamento contrário no intervalo de 0°C a 4°C); f- há aumento de temperatura quando cedemos energia mecânica (atrito) ao material.”* GRUPO 2: *“Corpos que tinha estado de agitação de suas partículas modificados:-aumentado; -diminuído; - quando um corpo radiar; quando um corpo estiver exposto a radiação; quando haver condução, convecção e radiação, influência da pressão; - quando receber energia mecânica e; -quando não estiver trocado de estado.”*

O restantes seis (6) grupos apresentam respostas melhores, mas quando comparadas com os grupos exemplificados acima, constata-se que o crescimento não foi muito significativo. Como exemplos: GRUPO 3: *“Se receber calor, se houver fricção, queima de combustível, se houver diferença de temperatura; irá variar mais ou menos dependendo das substâncias ou corpos e fonte de calor ou fonte fria e; não vai variar a temperatura se estiver em nuança de estado, se não receber influências do ambiente, se não houver variação de temperatura.”* GRUPO 4: *“Se*

*você correr, andar e se movimentar; se algo for exposto a uma fonte de calor; se algo for exposto a uma fonte que rouba calor; se os corpos com temperaturas diferentes forem isolados de influências externas; não irá variar se não for exposto a uma fonte de calor e; não irá variar se estiver mudando de estado. ”*

#### 4. COMENTÁRIOS

Podemos, comparando os nossos dados, verificar que o uso de uma questão mais flexível e aberta, permite, dentro da opção metodológica de se fomentar o debate e a formação de grupo cooperativos, que se levante os resquícios de conceitos alternativos que os alunos ainda têm, após o ensino, e que se possa trabalhar novamente com eles sem ser cansativo ou repetitivo.

Frisando o que ocorreu, buscamos fazer os alunos trabalharem em três momentos distintos: individualmente, em grupos pequenos e no grupo classe e constatamos que as idéias destes além de melhorarem vão aos poucos sendo generalizadas, convergindo para uma síntese mais abstrata e formal.

Para se ter idéia do que estamos falando, em uma das salas um grupo de alunos, no momento discussão, fez uma análise com respeito da possibilidade do conceito de calor específico tender a zero ou ao infinito, para mostrar a não variação de temperatura de um corpo, ou ainda um aluno que apresentou uma síntese digna de um curso do terceiro grau:

*”Para haver variação de temperatura de um corpo é necessário um processo que altere o nível de agitação das suas partículas.”*

Por outro lado apareceram comentários do tipo: *“A temperatura do gelo quando ele derrete muda”*, o que também é interessante, pois permite que o próprio grupo retome as discussões feitas e descarte as afirmações errôneas.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, A.M.P. e GIL PEREZ, D. (1993). *Formação de Professores de Ciências*. São Paulo, Cortez ed.
- GIL PEREZ, D. e MARTINEZ-TORREGROSA, J. (1983). A Model for Problem-Solving in Accordance with Scientific Methodology. *European Journal of Science Education*, 5(4): 447-455.
- GIL PEREZ, D. ET AL. (1989). La Resolución de Problemas de Lápiz y Papel como Atividade de Investigación. *Investigación en la Escuela*, vol. 6, pp. 3-20.
- GIL PEREZ, D. ET AL. (1990). Paper and Pencil Problem Solving in the Physical Sciences as an Activity of Research. *Studies in Science Education*, vol. 18, pp. 137-151.
- GIL PEREZ, D.(1993a). Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al Desarrollo de um Modelo de Enseñanza/Aprendizaje como Investigación. *Enseñanza de la Ciencias*, 11(2): 197-212.

GIL PEREZ, D. (1993b) Apprendre les Sciences par une Démarche de Recherche Scientifique. *ASTER*, no 17, pp. 41-64.

---

**Resolução de Problemas de Aprendizagem Conceitual de Física - Filipecki, A.T.; Pascoal, R.; Barros, S. S.; Souza, A.W.**

---

## Introdução

A resolução de problemas é hoje provavelmente, strictu sensu, a técnica de avaliação somativa mais utilizada nas áreas científicas, participando também com um alto percentual na verificação do desempenho dos estudantes, em praticamente todos os níveis de estudo. Sua função diagnóstica na verificação da aprendizagem, como auxiliar do professor no re-direcionamento das estratégias de sala de aula é muito menos utilizada, enquanto não se constitui numa pesquisa estruturada, para verificar tal o qual enfoque, técnica metodológica ou material didático. A partir dos anos 70 a literatura específica é prolífica, e mesmo oferecendo informações valiosas, não parece ter contribuído de forma relevante para a melhoria do ensino da física. Não obstante este é um campo de estudos muito interessante, pelo seu potencial de aplicação e sua contribuição para uma aprendizagem significativa e eficiente, prestando-se muito bem para o desenvolvimento de pesquisas participativas, já que não interfere no desenvolvimento do conteúdo programático.

O método heurístico<sup>2</sup> para resolução de problemas (Polya, 1971) é também objeto de estudo. Essa escolha é feita por ser o trabalho de Polya pioneiro nesta área. É interessante notar que, nas conclusões de vários artigos da literatura específica analisada a seguir, são levantadas as características necessárias para um bom solucionador de problemas (Rosa et al., 1993) que coincidem implicitamente com os passos apresentados no *método de resolução de problemas* (MRP) por Polya (1971), ver Anexo I.

## Revisão da Literatura: alguns resultados e sugestões

Por razões de contexto apresenta-se a seguir um levantamento de resultados da pesquisa nessa área de estudos, relacionados com vários aspectos a serem enfatizados no presente trabalho.

---

<sup>2</sup>**Definição dos termos.** A palavra heurística (do grego 'encontrar') se refere 'à descoberta e serve de idéia diretriz numa pesquisa, de enunciação das condições da descoberta científica. Um método é heurístico quando leva o aluno a descobrir aquilo que se pretende que ele aprenda.' (Dicionário Básico de Filosofia, H. Japiassu e D. Marcondes, J. Zahar Editor, p. 19, RJ 1990). O Aurélio (Nova Fronteira, RJ, 1986, p. 891) define heurística como 'conjunto de regras e métodos que conduzem à descoberta, à invenção e à resolução de problemas'. No presente trabalho o termo 'método heurístico' é utilizado no sentido de procedimentos estruturados ou sistematizados que orientam o aluno na leitura, interpretação e resolução do problema.

É consenso entre os especialistas que a resolução de problemas como investigação, isto é, o uso sistematizado de modelos heurísticos, não apenas 'melhora a capacidade de aprendizagem dos estudantes' mas também leva-os a utilizar características típicas do processo de pesquisa (Perez et al, 1985). Da mesma forma, a sistematização dos "passos mentais", característica da resolução estruturada de problemas, melhora tanto a compreensão da linguagem escrita quanto a representação simbólica (Grupo Gelma, 1985).

As diferenças individuais observadas durante a resolução de problemas de física em testes e provas regulares, realizadas por estudantes universitários e secundários, têm orientado propostas de método de resolução de problemas baseadas em modelos psicológicos, que consideram a capacidade de memória de trabalho e memória dependente do campo de conhecimento (Johnstone et al, 1993). Sobre as formas de apresentação de um problema Johnstone sugere cinco diferentes formas de enunciados:

- i) questões convencionais;
- ii) dados apresentados em forma diagramática;
- iii) utilização de diagramas e palavras;
- iv) forma simplificada na qual informações que poderiam ser deduzidas são fornecidas, e
- v) forma estruturada mostrando os passos organizados para trabalhar o problema.

Uma outra abordagem sugerida na literatura é a resolução de problemas através do trabalho cooperativo dos alunos. Os grupos são estruturados através de estratégias de procedimentos e administração adequadas, de maneira a melhorar a interatividade do grupo. Nesse caso, variáveis relevantes como: livro texto, distribuição dos alunos, tamanho do grupo, sexo, papel desempenhado por cada elemento do grupo, são controladas (Heller et al, 1992).

Pal Kramer et al, (1988) observam que quando o professor não explicita em sala de aula, os passos lógicos utilizados na resolução de um problema, isto é, o professor resolve o problema sem explicitar os processos de raciocínio envolvidos, gera no estudante um comportamento pseudoespecialista, em que o aluno apenas 'copia o que o professor faz'. Segundo essa pesquisa, um guia possível para a resolução quantitativa de problemas deveria envolver:

- i) a análise das dificuldades dos estudantes,
- ii) o desenvolvimento de métodos heurísticos,
- iii) a seleção e o mapeamento de relações fundamentais entre as grandezas envolvidas, e
- iv) a reflexão, por parte do estudante, sobre o método e os resultados.

Estudos realizados por Rosa et al (1992 e 1993) sobre bons solucionadores de problemas, através de entrevistas padronizadas e associação de idéias, indicam que essa habilidade parece não depender da quantidade de conceitos utilizados e sim do fato que o estudante usa *uma* estrutura lógica para resolver problemas, o que seria a

## Comunicações Orais

característica dos bons solucionadores de problema. Essa caracterização coincide essencialmente com as idéias de Polya (1971).

Para Reif (1981), os métodos utilizados para ensinar a resolver problemas que utilizam outras estratégias metodológicas, como por exemplo analogias e demonstrações práticas, não parecem ser muito eficientes. O autor acredita que é necessário conhecer como funcionam os mecanismos mentais responsáveis pelas habilidades que levam à resolução do problema, isto é, descrever os raciocínios do processo de pensamento. Para isso é necessário que:

- i) o problema esteja bem elaborado;
- ii) o professor possua estratégias explícitas;
- iii) existam componentes conceituais funcionalmente ativos, e
- iv) o conhecimento específico esteja organizado.

Reif (1982), fornece uma análise *prescritiva* dos tipos de conhecimento e procedimentos que contribuem para a eficiência na resolução de problemas: níveis de abstração envolvidos, organização hierárquica, guias de passos explícitos que indiquem como e quando um dado conhecimento deve ser aplicado.

## Descrição da pesquisa

Este estudo é uma pesquisa quase-experimental realizada em situação regular de sala de aula, ao longo do ano de 1994, em dois períodos letivos sucessivos e utiliza algumas estratégias oriundas da pesquisa-ação. Sua característica principal é a observação sistemática de resultados para se estabelecer correlação entre como os alunos utilizam metodologias de resolução de problemas estruturadas e/ou estratégias específicas e o desempenho conceitual, como demonstrado nas provas e testes.

As questões de investigação foram geradas ao longo do estudo e orientadas a partir de três objetivos foco:

- i) verificar se os estudantes teriam melhor desempenho na resolução de problemas que foram trabalhados com auxílio de um programa 'heurístico' no computador<sup>3</sup>;

---

<sup>3</sup>O software DEGEM é um tutorial (IBM-PC), operando com o sistema operacional DOS, que permite ao aluno realizar exercícios de física. O estudante identifica as informações relevantes, dentre as opções fornecidas, registra os dados e submete sua resposta à avaliação do programa. A cada nova tentativa de resolução do problema, os dados são alterados randomicamente, levando o aluno a repetir os procedimentos. Para cada sessão utilizando o programa, o professor terá acesso à rota do aluno (registro dos processos de resolução do problema, tipo de erros, número de tentativas realizadas). Os problemas estão classificados pelo nível de dificuldade. Essas informações poderão ser usadas para reconhecer as dificuldades conceituais dos alunos. Na função *Help* do DEGEM encontra-se a seguinte estrutura lógica para a resolução de problemas: a) leia o problema atentamente; b) identifique a incógnita; c) identifique uma relação, ou operação que você pode usar para calcular a incógnita; d) identifique e anote as informações necessárias para fazer os cálculos; e) use as informações obtidas para calcular a incógnita e f) entre a solução.

- ii) estabelecer a relação entre a utilização de métodos heurísticos como técnica de resolução de problemas e a aprendizagem de conceitos relacionados a circuitos elétricos simples, e
- iii) verificar a influência da forma de apresentação do problema em relação à facilidade de resolução dos estudantes. Um outro objetivo aparece ao longo do estudo: a influência motivadora do próprio sucesso na solução do problema.

Os dados obtidos em testes escritos, folhas de exercícios e "guia do aluno"; foram categorizados e analisados em função dos passos descritos na folha de orientação do método de solução de problema (MRP), fornecido aos alunos no início das aulas e enfatizado ao longo do curso. O desempenho do aluno nos testes escritos é utilizado como indicador da aprendizagem conceitual.

Dentre os conteúdos abordados ao longo do curso, eletrodinâmica e eletrostática, 1º e 2º bimestres respectivamente, foram acompanhados e analisados, a nível de pesquisa, os seguintes tópicos: tensão elétrica, resistência elétrica e trabalho em sistemas elétricos, que correspondem as unidades dos softwares disponíveis.

O estudo foi realizado numa escola técnica do segundo grau com duas turmas equivalentes A e B de alunos da 3ª série.

Os alunos apontaram dificuldades em relação ao "roteiro" do MRP, sintetizando os passos sugeridos no modelo original (Anexo I). Através da análise do desempenho dos alunos nos testes, novas formas de apresentação dos problemas foram geradas.

Estratégia de Ensino. Com ênfase no estudo dirigido (individual e em grupo) o aluno utilizou fichas-tarefa - guia de orientação: das leituras, das atividades experimentais, dos exercícios e das demonstrações - elaboradas pelo professor.

A estratégia de ensino combina o laboratório didático de física e informática: atividades experimentais, demonstrações controladas e software educativo. O curso foi ministrado nos laboratórios e apenas os testes aplicados em sala de aula.

Procedimentos didáticos. A apresentação e distribuição da ficha-tarefa foi acompanhada de uma breve descrição do seu conteúdo geral e discussão (~15 min) dos conceitos físicos fundamentais. O método de resolução de problemas (MRP) foi apresentado no primeiro dia de aula e sua importância reforçada a partir desse momento e ao longo do curso. Na segunda fase de aplicação (94/2), o roteiro do MRP foi analisado e adaptado pelos próprios estudantes após discussão em grupo.

## Instrumentos e resultados

Os resultados de um estudo preliminar, com as turmas<sup>4</sup> A e B, utilizando um teste escrito, Resistência Elétrica, composto de dois problemas capturados do DEGEM e dois problemas análogos retirados do livro-texto (4), apontam que o desempenho na resolução de um problema depende da forma de sua apresentação. Ou seja, conceitualmente, os alunos *pensam* melhor quando familiarizados com a forma de apresentação do problema. O desempenho final nesses testes foi essencialmente o mesmo. Os três próximos testes foram construídos atendendo aos objetivos mencionados no item **Descrição da pesquisa**.

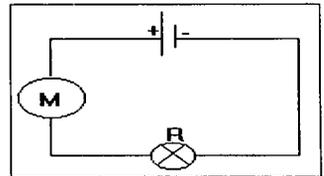
### Primeiro teste escrito:

Este teste, análogo ao aplicado no estudo exploratório, é composto de dois problemas retirados do software DEGEM e dois do livro texto (4).

**Questão 1.** Uma bateria de f.e.m.=100 volts está ligada a um motor e a um resistor,  $R = 10$  ohms. Uma corrente de 5 ampères atravessa o circuito.

Determine:

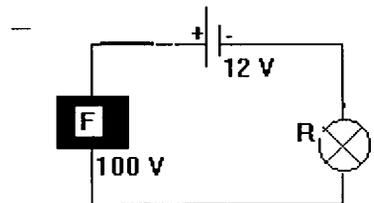
- a queda de potencial através do resistor;
- a queda de potencial através do motor;
- a distância que ele pode elevar uma carga de 10 kg em 1 segundo.



**Questão 2.** Uma fonte de alimentação de 100 volts deverá ser utilizada para carregar uma bateria de f.e.m = 12 volts com uma corrente de 1 ampère num tempo total de 10 horas.

Determine:

- o valor da resistência  $R$ ;
- a energia potencial química total que será armazenada pela bateria;
- a energia total fornecida ao circuito pela fonte alimentadora;
- a potência que a fonte fornece às cargas;
- qual é a potência dissipada por efeito Joule na resistência?



Por razões de direitos autorais do software a tela do DEGEM não foi reproduzida neste trabalho.

<sup>4</sup> Durante a instrução desta unidade a turma A resolveu os problemas da unidade trabalhando no computador com o courseware DEGEM enquanto a turma B utilizou lápis e papel.

A Tabela 1. apresenta o desempenho conceitual, (numa escala de 0 a 10 pontos) e o score relacionado com a eficiência de utilização dos passos do método de resolução de problemas (MRP), também numa escala de 10 pontos.

Tabela 1:

**I. Resultados desempenho conceitual em função da eficiência do uso (MRP) e**

**II. Resultados da eficiência do uso (MRP) em função do desempenho conceitual.**

| AMOSTRA | I                           |           |                  |           | II                           |           |                  |           |
|---------|-----------------------------|-----------|------------------|-----------|------------------------------|-----------|------------------|-----------|
|         | Desempenho Conceitual (MRP) |           |                  |           | MRP: (desempenho conceitual) |           |                  |           |
|         | turma A (N = 18)            |           | turma B (N = 16) |           | turma A (N = 18)             |           | turma B (N = 16) |           |
|         | DC                          | MRP       | DC               | MRP       | MRP                          | DC        | MRP              | DC        |
| > 25%   | 8,9 ± 2,3                   | 4,8 ± 1,3 | 9,5 ± 4,0        | 6,2 ± 0,8 | 4,9 ± 2,3                    | 8,3 ± 2,3 | 7,6 ± 1,4        | 7,6 ± 3,0 |
| < 25%   | 3,7 ± 1,0                   | 0,9 ± 0,3 | 1,9 ± 1,4        | 2,3 ± 3,0 | 0,9 ± 0,3                    | 3,9 ± 1,4 | 1,0 ± 0,9        | 2,1 ± 1,8 |
| central | 6,2 ± 1,8                   | 2,4 ± 0,4 | 6,4 ± 1,7        | 3,4 ± 2,0 | 2,4 ± 0,9                    | 6,0 ± 1,7 | 3,6 ± 1,5        | 7,2 ± 2,0 |

Nota: DC significa desempenho conceitual

A amostra foi subdividida em intervalos superior (>25%, estudantes bons), inferior (<25%, fracos) e tendência central (50%, regulares), com o objetivo de se fazer uma análise qualitativa. A leitura da tabela acima sugere que:

Estudantes regulares: observa-se um efeito positivo do uso do MRP sobre o desempenho conceitual.

Os estudantes da turma A, que utilizaram o computador, recorrem menos freqüentemente ao uso do MRP, com um desempenho equivalente. Uma possível explanação deste efeito poderia estar associada à ênfase dada em sala de aula (turma B) à utilização do método.

Estudantes bons: O desempenho da turma B é superior e utiliza mais vezes o MRP, confirmando o comentário acima. Por outro lado, o maior uso do MRP não garante um melhor desempenho conceitual. Poderia ser explicado como decorrente do efeito de uso do computador.

Estudantes fracos: a análise dos resultados tanto do ponto de vista do desempenho conceitual quanto do MRP, indica um desempenho melhor da turma A, sugerindo um efeito positivo do uso do computador durante a instrução.

Deve-se ressaltar que alguns passos são de difícil explicitação por serem elaborados apenas mentalmente, durante a resolução do problema. Para estudar esses procedimentos, Rosa et al. (1992) utilizaram o método da entrevista clínica.

A análise dos procedimentos dos alunos mostra que os alunos melhor preparados conceitualmente tendem a utilizar os passos do MRP maior número de vezes. Os bons alunos de ambas as turmas tem um padrão semelhante de resposta e parecem utilizar uma lógica definida para resolver problemas concordando com os resultados apontados por Rosa et al. (1993). Comparando as médias dos MRP com o DC da quartilha superior das duas turmas observa-se uma boa correlação. Da mesma

## Comunicações Orais

forma a quartilha inferior mostra correlação. O bom aluno procede geralmente da mesma forma em qualquer tipo de questão. O sem computador utiliza em média maior número de passos em qualquer tipo de problema. Os alunos mais fracos da turma B utilizam maior número de vezes os passos do MRP do que aqueles da turma A de desempenho semelhante procurando se ater mais ao método, por ser este um apoio efetivo que permite desenvolver parte do problema, ou seja existe uma tentativa de resolução do problema por aqueles alunos que utilizam o MRP.

### Segundo teste escrito

Este teste teve como objetivo investigar aspectos levantados no estudo preliminar, que apontavam possíveis diferenças no desempenho conceitual em relação à forma de apresentação do problema (FAP). Assim, foi construído um instrumento apresentando um primeiro problema, cuja forma do enunciado não fosse familiar para nenhum dos dois grupos, como propõe Johnstone (1992); um segundo problema análogo, mas de forma com a qual os alunos estão familiarizados, solicitando explicitamente uma resposta escrita seguindo os passos básicos do MRP.

O teste foi aplicado no 2º período letivo, com um novo grupo de alunos, considerado como amostra única porque o objetivo era levantar as diferenças de desempenho conceitual em função da forma do enunciado do problema.

Os problemas são de dificuldade média para fácil e tratam de circuitos elétricos. O primeiro descreve o circuito e tem como objetivo verificar se os estudantes são capazes de interpretá-lo, desenhado o diagrama correspondente. Essa proposta é válida porque inverte a forma de solicitação dos conceitos, e somente quando o estudante possui um bom domínio conceitual, consegue formular a resposta corretamente. O segundo problema apresenta um diagrama idêntico e um conjunto de perguntas que devem ser respondidas utilizando o MRP de forma explícita.

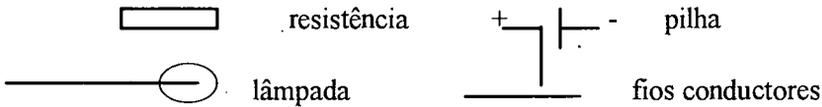
### Questão 1: Considere um circuito elétrico constituído por:

- i. quatro (4) resistências iguais  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  e  $R_4$ .
- ii. uma lâmpada ;
- iii. uma pilha e
- iv. fios conectores necessários para a montagem.

Os elementos acima mencionados estão conectados da forma seguinte:

- 1) As resistências  $R_2$  e  $R_3$  estão em série entre si e em paralelo com as resistências  $R_1$  e  $R_4$ .
- 2) A lâmpada está em série com o conjunto das resistências descrito em 1)
- 3) A pilha  $P$  alimenta o circuito.

Faça um diagrama do circuito acima descrito no quadro abaixo, indicando cada uma das componentes do mesmo. Utilize os seguintes símbolos:



**Questão 2:** Utilizando o circuito do diagrama e as seguintes informações:

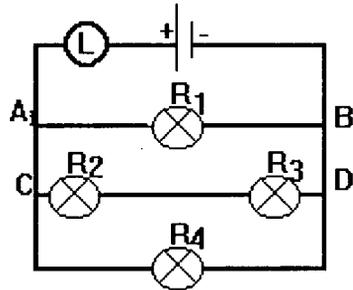
- i. quatro (4) resistências iguais,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  e  $R_4$ , ( $10 \Omega$ ),
- ii. uma lâmpada de  $1 \Omega$ ,
- iii. uma pilha de 1.5 volts.

a) calcule a corrente que circula no circuito quando a pilha é conectada.

Responda, utilizando o método de Resolução de Problemas, cujos passos estão indicados abaixo:

(a resposta deste problema foi solicitada em termos de um protocolo simplificado dos passos do MRP):

- I. identifique a incógnita;
- II. identifique os dados;
- III. quais são as equações; ou leis da física necessárias para a solução do problema;
- IV. Obtenha o resultado mostrando claramente os cálculos e utilizando as unidades corretas;
- V. Resposta e análise do resultado.



b) As perguntas abaixo devem ser respondidas utilizando como referência o circuito acima. Justifique suas respostas.

1. Como deveriam ser conectadas as mesmas resistências para que a lâmpada produzisse brilho mínimo? Justifique sua escolha e desenhe o diagrama.
2. Como deveriam ser conectadas as mesmas resistências para que a lâmpada produzisse brilho máximo. Justifique sua escolha e desenhe o diagrama.
3. Quantas maneiras diferentes de associar as resistências você consegue determinar? Justifique sua resposta.
4. Colocam-se amperímetros entre os pontos A e B, C e D e D e E, indicados no diagrama. Dentre as opções abaixo escolha a resposta que você considera mais adequada e justifique.

[ ]  $i_{AB} = i_{CD} = i_{DE}$ ; [ ]  $i_{AB} > i_{CD} > i_{DE}$ ; [ ]  $i_{AB} < i_{CD} < i_{DE}$

**Resultados**

Os critérios de correção da Questão 1 foram: a) gabarito correto (5 pontos) e b) gabarito semi-correto (2,5 pontos), levando-se em conta a dificuldade dos alunos de interpretar a conexão das resistências R2 e R3, considerando-as como se estivessem em paralelo. Um número não desprezível de alunos teve dificuldades para traçar o circuito, A Questão 2 vale 5 pontos.

**Tabela 3**

| Questão | Média da turma<br>(n = 31 alunos) |
|---------|-----------------------------------|
| 1       | 1,9 ± 0,8                         |
| 2       | 2,1 ± 1,2                         |
| TOTAL   | 4,0 ± 2,0                         |

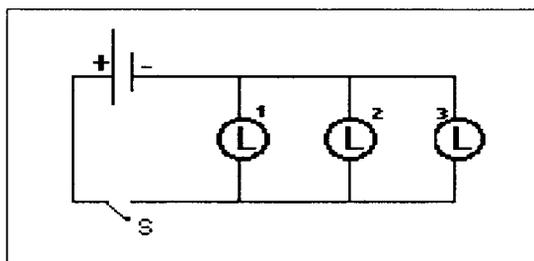
Pode ser observado que o desempenho na Questão 1, que solicita uma tarefa à qual os alunos não estão habituados teve um desempenho relativamente baixo. A análise final dos resultados mostra que 52% dos alunos traçaram o diagrama incorreto, 29% interpretaram corretamente o enunciado e 19% interpretaram incorretamente as informações fornecidas. Esses resultados motivaram a repetição do modelo de enunciado da Questão 1, no terceiro teste. O resultado da Questão 2 mostrou que a utilização do MRP, na forma solicitada, também apresentou dificuldades de operacionalização no registro das soluções, não permitindo responder a pergunta feita sobre uma possível correlação entre desempenho conceitual e a utilização do MRP. Portanto o terceiro teste foi construído ainda com os mesmos objetivos, tentando melhorar a comunicação através da forma de apresentação escrita.

**Terceiro teste escrito**

Repete, de forma mais direta, a Questão 1, do Teste 2. A segunda questão é apresentada de forma convencional.

**Questão 1:** Desenhe no espaço abaixo um circuito elétrico que contém uma bateria de f.e.m.=12V que alimenta dois resistores em paralelo de 25 e 39 ohms respectivamente.

**Questão 2:** O diagrama ao lado representa um circuito elétrico, constituído de três lâmpadas L1, L2 e L3, alimentado por uma bateria de f.e.m. = 32 V, cuja resistência interna é  $r = 0,5$  ohms. Ao fechar o circuito através da chave S, foi observado que as lâmpadas dissipam as seguintes potências:  $P_1=30W$ ;  $P_2=45W$  e  $P_3=45W$ .



Sabendo-se que em cada 10 s a bateria transforma 1280 joules de sua energia interna em energia elétrica das cargas, calcule a corrente que passa pela lâmpada L3 e o valor da resistência R3 da lâmpada.

**Nota:** Acompanha a questão, um quadro programado de respostas que identifica os passos para cada um dos itens do problema.

## Resultados

A Tabela 4 representa o desempenho conceitual (N=29) em ambas as questões e em função do número de passos (Questão 2) (score total 10 pontos).

**Tabela 4: Desempenho Médio Conceitual do Teste 3**

| Questão | Passo 1<br>Identificação<br>da incógnita | Passo 2<br>Separação<br>das<br>informações | Passo 3<br>Separação<br>das<br>equações | Passo 4<br>Solução/<br>resposta | Desempenho<br>conceitual<br>médio |
|---------|--|--|---|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1       | -  | -  | -                                       | -                               | $4,0 \pm 1,3$                     |
| 2       | $4,0 \pm 1,0$                            | $3,2 \pm 1,5$                              | $3,4 \pm 1,3$                           | $3,0 \pm 1,4$                   | $3,4 \pm 1,4$                     |
| TOTAL   | -  | -  | -                                       | -                               | $7,4 \pm 2,7$                     |

A Questão 1 apresenta melhor desempenho que a análoga do Teste 2, provavelmente devido a um efeito de familiarização. Na Questão 2 a eficiência do uso do MRP apresenta melhor resultado para o primeiro passo como seria de esperar. Mesmo assim, o fato de os alunos utilizem os passos do MRP com uma eficiência de 60% ou maior indica um ganho significativo do ponto de vista conceitual, num problema complexo, e que requer uso consistente de conceitos mais elaborados como potência elétrica, com a manipulação simultânea de várias equações para a resolução do problema. Acredita-se que a melhoria no desempenho conceitual neste problema seja devido ao uso mais aprimorado do MRP, assim como à forma de apresentação utilizada.

## Conclusões

Os resultados acima indicam que:

1. A utilização de métodos de solução de problemas (heurística) contribui para a qualidade de solução do problema; quanto mais sistemático é o trabalho do aluno, mais probabilidade existe de chegar a uma solução (correta ou não, porém lógica).
2. Há diferenças de desempenho devido ao uso do courseware para alunos de diferentes habilidades (Teste 2).
3. A forma de apresentação do problema melhora o desempenho da resolução do problema.
4. Pode-se observar um melhor 'relacionamento' com a disciplina (objetivo afetivo) porque os alunos se sentem 'mais felizes' quando têm algum sucesso e portanto trabalham melhor. A diminuição da ansiedade, vale dizer, a possibilidade de encarar as tarefas com tranqüilidade é um efeito que deve ser considerado como um ganho, em se tratando de uma das disciplinas de maior repulsa entre os estudantes, devido ao baixo rendimento obtido (veja-se o desempenho em física nos vestibulares) e a forma abstrata e sem sentido como vem sendo ensinada na maioria das escolas.
5. Podem ainda ser mencionados aspectos da utilização do computador como elemento motivador para o aluno:
  - i. Permite erro e correção sem interferência do professor: dá independência ao aprendiz.
  - ii. A tela de vídeo, parece ser um atrator, se 'comunica' melhor com o aluno. Observa-se que os alunos de baixo rendimento (Teste 1) tiveram melhor desempenho conceitual quando utilizaram o computador durante a instrução.
  - iii. Os alunos têm maiores expectativas de 'aprender' quando utilizam o computador como meio de instrução.

Como resultado importante deseja-se destacar a necessidade de implementação de heurísticas apropriadas para a resolução de problemas e a sua utilização sistemática por parte dos professores, o que poderá contribuir de forma significativa para a melhoria da qualidade da instrução na maioria das situações de ensino aprendizagem de física, nos três graus de ensino. Independente das formas modernas de ensino, estratégias e metodologias utilizadas, haverá sempre a necessidade de se resolver problemas, quali ou quantitativos, mediados ou não por computador e os alunos poderão aprender melhor quando seu trabalho seja fundamentado numa estrutura sistemática.

## BIBLIOGRAFIA

- Degem System, Israel (traduzido para o português SENAI), 1990.
- Fuller, R.G., *Physics Teacher*, 1982.
- Heller P. et al, *Am. Journal of Physics*, 69, 1992.
- Gil Perez, D. et al. *Enseñanza de la Ciencia*, Número Especial, 1985.
- Grupo Gelma, Madrid, *Enseñanza de la Ciencia*, Número Especial, 1985.
- Johnstone, A.H. et al, *Int. Journal of Science Education*, V. 15, 1993.
- Kramers Pal, H. et al, *Int. Journal of Science Education*, V. 10, 1988.
- Polya, G., *How to solve it*, Penguin Books, 1976.
- Reif, F. *Physics Teacher*, Maio 1981.
- \_\_\_\_\_ Ed. *Psychologist*, V. 17, 1982.
- Rosa, P. R. S. et al., Alunos bons solucionadores de problemas de física: caracterização a partir de um questionário para análise de entrevistas, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol.14, nº 2, 1992.
- \_\_\_\_\_ Alunos bons solucionadores de problemas de física: caracterização a partir da análise de testes de associação de conceitos, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol 15, nº 4, 1993.

### Livros -texto utilizados no curso

- B. Alvarenga e A.Máximo; *Física 3*, Ed. Harbra, RJ, 1993.
- GRAF: *Eletromagnetismo*; EDUSP, SP, 1993.
- E.Rogers: *Physics for the inquiring mind*, Princeton University Press, 1967.
- P. Hewitt, *Conceptual Physics*, Harper Collins, USA, 1989.

## ANEXO I

### MÉTODO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

(adaptado de G.Polya "How to solve it", Princeton Paper Back, 3rd Ed., 1971)

#### 1º Passo: COMPREENDER O PROBLEMA (ANÁLISE)

Identifique a incógnita.

Identifique os dados.

Identifique as condições fornecidas.

Faça uma figura esquemática se for necessário.

Utilize a notação adequada: relacione corretamente os dados com os símbolos das respectivas grandezas.

#### 2º Passo: ELABORAR UM ESQUEMA DE SOLUÇÃO DO PROBLEMA (PLANO)

## Comunicações Orais

Encontre a relação entre os dados e a incógnita a partir das informações fornecidas.

Associe suas idéias com problemas conhecidos.

Reformule o enunciado do problema se for necessário (faça uma versão compreensível para você).

Caso não consiga delinear o plano de solução para o problema tente resolver o problema por partes.

Retorne ao problema original com as informações obtidas.

Repita todo o processo.

Verifique se:

• você utilizou todos os dados;

• reconheceu os elementos que integram a situação proposta;

• levou em consideração todos os conceitos, relações chave e equações aprendidas anteriormente.

### 3º Passo: COLOCAR EM PRÁTICA O PLANO ELABORADO

Execute cada passo, conferindo seus resultados (atenção especial em relação aos cálculos efetuados e às unidades utilizadas).

### 4º Passo: EXAMINAR A SOLUÇÃO OBTIDA

O resultado obtido lhe parece razoável? Sinal, ordem de grandeza, unidades?

Use o seu bom senso...

Você teria uma forma diferente para resolver o mesmo problema ?

Você poderia utilizar o resultado ou o método obtido em outro(s) problema(s)?

Obteve o resultado correto? Justifique porque sim ou porque não.

## SÍNTESE DO MRP PROPOSTA PELOS ALUNOS

1. Fazer um diagrama da situação apresentada no problema.
2. Identificar a incógnita.
3. Identificar os dados e organizá-los.
4. Identificar as grandezas desconhecidas.
5. Escrever as equações relevantes, condições/dados/definições/princípios físicos.
6. Resolver o problema dando atenção aos cálculos e unidades utilizadas.
7. Resposta: valor numérico com unidades.

**Estudo Didático do Pêndulo Caótico, uma Introdução ao Caos Determinístico -**  
 Lima, A.R.; Bernardes, L.A.B.; Pinto, S.E.S.

**1. Introdução e conceitos fundamentais**

Juntamente com o desenvolvimento da Mecânica Quântica e da Teoria da Relatividade, o estudo de Sistemas Dinâmicos Caóticos tem sido considerado uma das maiores revoluções do nosso século, tanto pela grande interface que cria entre os diversos ramos da ciência, como pelas técnicas que fornece para o estudo de problemas muito complexos.

Devido a sua importância, faz-se necessário que os conceitos básicos desta área sejam apreendidos de maneira simples, sendo esta a motivação que nos levou a desenvolver um estudo de um sistema aparentemente muito conhecido: *o pêndulo simples*. Inicialmente definiremos alguns pontos essenciais para o entendimento da teoria, para posteriormente fazermos a aplicação com uma simulação computacional.

**1.1. Sistemas Dinâmicos**

Sistemas dinâmicos são basicamente aqueles que sofrem "mudanças" no decorrer do tempo. Exemplos de comportamentos de sistemas dinâmicos podem ser apresentados desde o estudo de um corpo em queda livre até o funcionamento cerebral. Normalmente são modelados com base em equações diferenciais.

Exemplo da Física

$$F = m \frac{d^2 r}{dt^2}$$

**1.2. CAOS**

A palavra caos sugere de imediato a idéia de desordem, bagunça, sendo que uma definição etimológica é:

*CAOS, s.m. 1. Confusão de todos os elementos antes de se formar o mundo; 2. Grande desordem, confusão.*

Mas este conceito precisa de uma reformulação para englobar a definição matemática correta. Assim Caos pode ser definido como:

**3. (Mat.) Comportamento estocástico que ocorre em um sistema determinístico.**

Onde:

*Estocástico*: sem lei, irregular, governado pelo acaso, aleatório.

*Determinístico*: governado por uma lei exata não passível de infração.

Percebemos uma definição aparentemente contraditória. Como é possível um sistema ser governado por uma lei não passível de infração e ser ao mesmo tempo aleatório ?

## Comunicações Orais

### 1.3. Sensibilidade às condições do meio

Na realidade o que temos são sistemas extremamente sensíveis às condições do meio, sendo que podem apresentar comportamento muito diverso do qual poderíamos prever. Esta definição implica na completa imprevisibilidade de fenômenos em várias áreas, como por exemplo na climatologia.

Por volta de 1961, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), Edward Lorenz, um dos precursores no estudo de sistemas dinâmicos caóticos, com um computador Royal McBee LPG-300 (uma interação por segundo !!!), já tinha conhecimento desta dificuldade. Tanto que enunciou o famoso Efeito Borboleta:

*"O bater de uma única asa de borboleta hoje produz uma minúscula alteração no estado da atmosfera. Após certo tempo, o que esta efetivamente faz diverge do que teria feito não fosse aquela alteração. Assim, ao cabo de um mês, um ciclone que teria devastado o litoral da Indonésia não acontece. Ou acontece um que não deveria acontecer."*

### 1.4. Não linearidade

Basicamente o que observamos nos parágrafos acima é devido ao fato de que as equações envolvidas no estudo de sistemas caóticos são não lineares, ou seja, apresentam termos tais como potências, funções trigonométricas e outras, que tornam as equações diferenciais, na maioria dos casos, impossíveis de serem resolvidas analiticamente. Nestes casos recorremos a métodos numéricos de resolução.

### 1.5. Espaços de fase e técnicas de estudo

O estado de um sistema dinâmico pode ser representado por grandezas  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ , ou, por um vetor  $r$  de dimensão  $n$ , onde  $r$  pode ser considerado como as coordenadas de um espaço abstrato  $n$ -dimensional chamado "*espaço de fase*".

Então, se mapeamos no espaço de fase o estado do sistema, podemos definir a evolução do sistema.

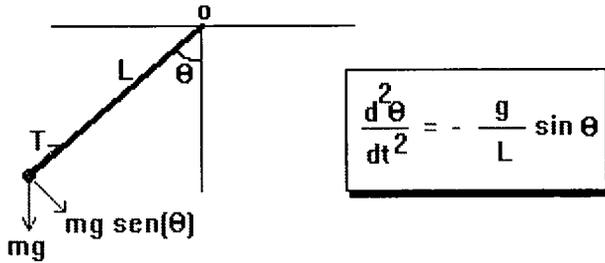
No espaço de fase obteremos muitas características importantes, como atratores, pontos fixos estáveis e instáveis, cujas definições fogem ao alcance do trabalho.

Além do espaço de fase existem inúmeras outras técnicas de estudo, das quais podem ser citadas as seções de Poincaré e Análise Espectral.

## 2. O Pêndulo

Nosso principal objeto de estudo é o pêndulo, um corpo de massa  $m$  suspenso por uma barra fina de comprimento  $L$ . Durante muito tempo ele foi visto como

exemplo de previsibilidade e simplicidade de comportamento. Recorrendo à figura a seguir podemos relembrar a dedução da equação do pêndulo.



Observando a equação acima, vemos que ela não é linear, e apresenta uma resolução em expansões elípticas. A afirmação acima de que o pêndulo é exemplo de simplicidade é correta somente para casos onde o ângulo inicial, ao qual o pêndulo é submetido é pequeno, de tal forma que  $\sin$ , e assim a equação se torna linear e tem uma solução trivial.

Mas o procedimento correto seria uma resolução da equação não linear, o que denota um comportamento complicado no pêndulo. Vamos considerar agora que o pêndulo está sujeito a um amortecimento proporcional a sua velocidade angular de tal forma que agora a nossa equação é:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{L} \sin \theta - c\omega,$$

onde  $c$  é uma constante de amortecimento.

Para tornar nosso exemplo ainda mais completo vamos adicionar uma força de restauração no pêndulo, sendo que ela age periodicamente de forma proporcional à posição do pêndulo. Reescrevendo a equação:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{L} \sin \theta - c\omega - d \sin \theta \cos(2\pi ft)$$

Na equação acima  $d$  é uma constante de restauração e  $f$  a frequência de atuação da força.

Vemos que a equação acima abrange um caso bastante geral e é proposta em [1]. No caso em que  $c=0$  e  $d=0$  temos um pêndulo simples da mesma forma.

A resolução da equação, então, pode ser feita por métodos numéricos com o auxílio de um computador. Para uma análise mais detalhada do comportamento elaboramos um programa que mostra o comportamento do pêndulo, onde controlamos

## Comunicações Orais

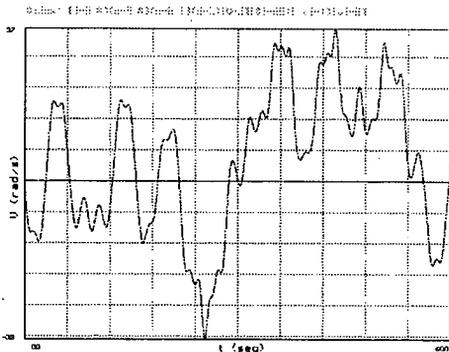
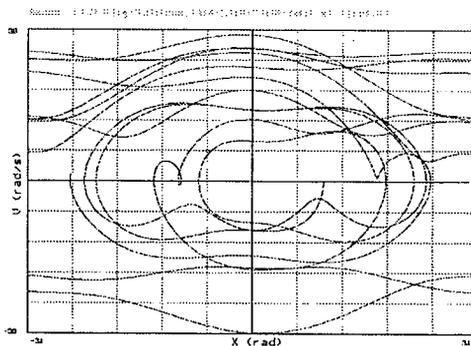
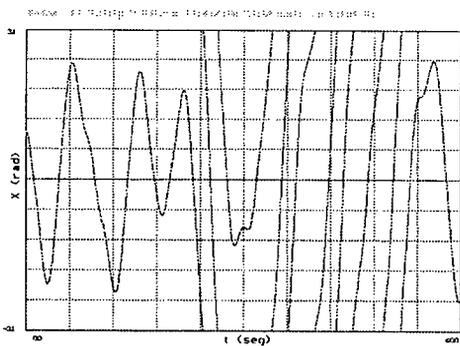
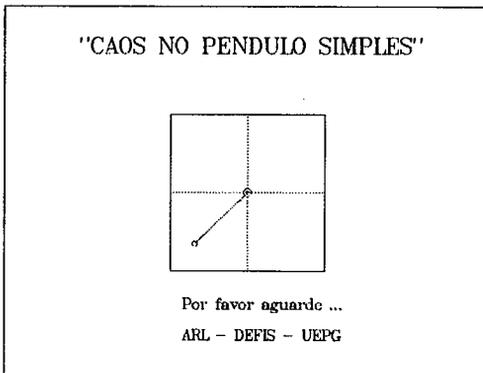
os parâmetros da equação do mesmo. Apenas uma demonstração do uso do programa será feita, tela a tela, devido ao espaço reduzido.

```
"CAOS NO PENDULO SIMPLES"
Adriano Roberto de Lima
DEFIS - UEPG

** DADOS RELATIVOS AO PENDULO **

Comprimento do pendulo [l] = 9.8
Aceleraçao da gravidade [g] = 9.8
Coeficiente de amortecimento [c] = .1
Força de restauração [k] = 2
Velocidade angular de atuação da força de restauração [m] = 2
Tempo inicial [t] = 0
Tempo final [t] = 60
Angula inicial [x] = 1
Velocidade angular inicial [v] = 0

*****
Simulação ? [S/N]:s
```



Na primeira figura temos a entrada dos dados para um caso onde o pêndulo assume comportamento caótico. Nas seguintes o programa mostra respectivamente:

- Simulação do comportamento
- Espaço de fase ( $x$  ou  $VxX$  na tela)
- Gráfico  $xt$  ( $Xxt$  na tela)
- Gráfico  $xt(Vxt$  na tela)

O programa mostra várias formas de verificarmos o comportamento do pêndulo. É importante notar que observamos inúmeros fatores importantes como atratores, sensibilidade às condições iniciais, etc. No exemplo anterior, um comportamento bastante interessante é obtido mudando unicamente o ângulo inicial para  $X=2$  rad.

### 3. Conclusão

Infelizmente o espaço é reduzido, e ficamos restringidos a simplesmente mostrar sem nenhum detalhamento, um pouco do trabalho realizado. Muitos outros pontos interessantes puderam ser considerados com o estudo do pêndulo, principalmente com a elaboração do programa, que permite a fácil manipulação e observação do fenômeno.

Atualmente já temos desenvolvido outro programa para estudo da equação logística, que é um importante ponto no estudo de sistemas dinâmicos. Também está sendo idealizada uma apostila dos programas para que seja possível um estudo mais detalhado dos mesmos, onde será possível uma melhor explanação de muitos pontos.

O estudo de sistemas dinâmicos caóticos se mostra cada vez mais importante no dia a dia, pois revela cada vez mais os verdadeiros acontecimentos da natureza, objetos verdadeiros do estudo da Física.

### 4. Bibliografia

- [1] M.L. De Jong., "Chaos and the Simple Pendulum", *Phys. Teach.*, **30**, 115 (1992).
- [2] T.F. Zheng, ..., "Teaching the Nonlinear Pendulum", *Phys. Teach*, **32**, 248 (1994).
- [3] Gleick, J., "Caos: A criação de uma nova ciência", (Campus, Rio de Janeiro, 1987).
- [4] Stewart, I., "Será que Deus joga dados ? A nova matemática do Caos", (J.Z.E., Rio de Janeiro, 1991).
- [5] Percival, I., "Introduction to Dynamics.", (Cambridge U. P., Great Britain, 1985).
- [6] *Ciência Hoje*, (Março/Abril, 1992)

---

**Construção de uma Máquina Térmica Funcionando no Ciclo Stirling de Baixo Custo - Melquíades, F.; Barbosa, M.V.; Santaella, R.; Juraitis, K.R.; Santos, C.A.C.**

---

Máquinas térmicas, as quais convertem calor em trabalho mecânico útil, podem ser de dois tipos: aquelas cuja combustão opera diretamente num pistão e aquelas que operam indiretamente por meio de um intermediário conhecido como fluido de trabalho. O primeiro tipo é uma máquina de combustão interna na qual o motor a gasolina é um bom exemplo: quando o combustível é aquecido, sua combustão produz uma expansão diretamente contra o pistão. O segundo tipo é um

motor de combustão externa. Um exemplo é uma máquina a vapor, na qual a água é o fluido de trabalho. Antes de mais nada um combustível -carvão, dizemos- vaporiza a água; então o vapor é introduzido em um cilindro e expande-se contra um pistão.

Outro exemplo de uma máquina de combustão externa é uma que foi introduzida na Escócia em 1816 pelo Reverendo Robert Stirling. Originalmente seu fluido de trabalho foi o ar; mais tarde projetos tem usados hidrogênio ou hélio. A máquina de Stirling é interessante por diversas razões. Ela recicla seu fluido de trabalho continuamente. Qualquer fonte de calor o fará, de modo que um combustível possa ser escolhido pelo seu baixo nível de poluição. E pelo menos na teoria ela deveria ser altamente eficiente na conversão de calor em trabalho. Apesar disso, por várias razões a idéia de Stirling não surtiu efeito.

Recentemente a idéia tem feito alguma coisa para voltar, em parte devido a possibilidade de baixa poluição e o fato de que o combustível não seria necessariamente derivados de petróleo. A máquina chamou a atenção de alguns cientistas amadores. Um deles foi Peter L. Tailer, um funileiro do Museu de Windfarm. Ele modelou uma máquina depois de um desenvolvimento em 1876 pelo A. K. Rider of Filadelfia. O aparato de Tailer é diferente para competir com as máquinas convencionais porque seu rendimento é baixo. Porém é fácil de construir com materiais comuns (recicláveis) e permite um estudo da termodinâmica associada.

Uma característica do aparato é que ele não requiere maquinário delicado e pistões, como o outro motor de Stirling e todos os motores de combustão interna, requerem. Ao contrário ele usa duas latinhas, as quais ficam parcialmente submersas em água. A água é contida em dois tanques na base do aparato. Cada latinha é atada no fim da haste; o outro lado de cada haste é conectado a um eixo com uma roda balanceada no topo do aparato. Um tubo liga os tanques até o interior das latinhas por onde corre o fluido de trabalho.

Quando a água em um dos tanques é aquecida, o ar no interior do tubo vai e vem entre os tanques, as latinhas sobem e descem e a roda gira. Estes movimentos dependem de duas características do aparato. Uma característica é o modo de como o eixo é montado na roda: seus braços são perpendiculares um com o outro (visto de lado). Outra característica tem haver com o modo de como o calor é transferido de uma fonte para o ar em uma das latinhas.

Suponha que enquanto o ar realiza trabalho, ele está quente. Então as colisões das moléculas de ar nos pistões são vigorosas, e a pressão é alta. Porque o trabalho feito no pistão depende diretamente da pressão, a quantidade de trabalho é grande. Em seguida suponha que enquanto o maquinário realiza trabalho no ar a temperatura é baixa. Então as colisões são mais fracas, e também a pressão, e a quantidade de trabalho realizado no ar é pequena. Se a temperatura pode ser ajustada deste modo, o ar realiza mais trabalho no maquinário que o maquinário no ar.

O trabalho é feito pelo ar no pistão da fonte quente durante a expansão isotérmica, quando a temperatura do ar é grande. O trabalho é feito pelo maquinário

no ar durante a compressão isotérmica, quando a temperatura é baixa. A máquina tem uma rede de aproveitamento de trabalho.

O trabalho envolvido em um ciclo da máquina pode ser demonstrado por um gráfico de pressão por volume. O trabalho resultante da máquina é calculado pela área compreendida entre as duas isotermas e as duas isocóricas.

O processo de construção da máquina também é fácil e utiliza materiais comuns de nosso dia a dia, como já foi dito anteriormente.

Na base da máquina, sobre uma prancha de madeira, ficam os tanques com água, que são duas latas de tinta de 3.6 litros. Dentro dos tanques, mergulhadas de boca para baixo, colocamos duas latinhas de cerveja. Estas latas são ligadas por um cano de cobre ou P.V.C de  $\frac{1}{2}$  polegada, este cano possui um orifício que fica na parte mais baixa entre as duas latas. Este, quando aberto, serve para equilibrar a quantidade de ar em cada latinha, após isso fecha-se o orifício para iniciar o funcionamento da máquina. O cano que liga os dois tanques chega ao interior das latinhas, fazendo com que o ar circule de uma para outra, funcionando como um pistão.

Estas latinhas são atadas por uma haste, de aproximadamente 50cm, com uma roda estrategicamente montado no topo da máquina.

O detalhe deste eixo é que ele tem dois pequenos braços que formam um ângulo de  $90^\circ$  entre si, facilitando assim o trabalho do maquinário sobre o ar. Nestes braços é que são fixadas as hastes.

A roda, de mais ou menos 15cm de diâmetro, deve ser centrada no eixo. Outro aspecto importante é que esta roda deve estar bem balanceada, para girar em movimento uniforme, e não ser acelerada ou retardada durante o percurso de uma volta.

O suporte que sustenta o eixo é uma tábua de madeira pregada à prancha da base. No topo desta tábua colocamos dois pequenos braços, também de madeira, de modo que o eixo fique na linha dos tanques.

A fonte de energia utilizada para aquecer a água pode ser uma resistência de chuveiro, ajustada no interior do tanque quente.

O resultado obtido em nossa experiência foi de que a roda começa a girar quando há uma diferença de temperatura de aproximadamente  $70^\circ\text{C}$ , efetuando em torno de 50 rotações por minuto. Após desligada a máquina continuou funcionando por cerca de 20 minutos, parando quando a diferença de temperatura entre os tanques era de  $49^\circ\text{C}$ .

Uma máquina como esta seria muito útil nos dias de hoje se pudesse substituir os motores a combustão interna, pois este mecanismo não afetaria o meio ambiente, ou seja, não é poluente. Porém, no momento, não é viável a utilização deste tipo de motor devido ao seu baixo rendimento. No entanto se a máquina fosse aprimorada seria uma boa opção para substituir os motores utilizados atualmente.

<sup>i</sup> MOURA, Dácio G. - A dimensão do lúdico no ensino de Ciências; atividades práticas como elemento de realização lúdica, tese de doutoramento, FEUSP, São Paulo, 1993

<sup>ii</sup> CHÂTEAU, Jean- O jogo e a criança, Trad. Guido de Almeida, Summus, São Paulo, 1987

<sup>iii</sup> O primeiro elemento indica a idade, em seguida o sexo (F- feminino M - masculino) e finalmente a escolaridade (P - primeiro; S- segundo e T terceiro graus )

**SESSÃO C1 - Concepções Pedagógicas dos Professores**

Coordenador: Sonia Krapas Teixeira

---

**Ensino de Mecânica Quântica: uma Interpretação de Descrições de Professores - Tertuliano, J.**

---

Apresenta-se nesta comunicação os resultados de uma pesquisa apresentada anteriormente como Dissertação de Mestrado (AGRA, 1994), na qual buscou-se uma compreensão do Ensino de Mecânica Quântica (MQ) na perspectiva de professores que lecionaram essa teoria para alunos de graduação e de pós-graduação em Física, através de recursos e técnicas da pesquisa qualitativa fundamentada na fenomenologia. Inicialmente obteve-se descrições de experiências com o Ensino de MQ em entrevistas com professores, a partir das quais desenvolveram-se análises individuais, segmentando cada descrição em unidades de significado, e transformando essas unidades para uma linguagem mais geral que permitisse fazer comparações entre unidades das várias descrições. Segue-se a isso uma interpretação do pesquisador de cada descrição, e uma análise geral das entrevistas partindo das unidades de significado agrupadas em três vertentes temáticas: MQ e outras teorias físicas, Ensino de MQ, e Aprendizado de MQ. O estudo lança alguma luz quanto às perspectivas dos professores entrevistados acerca das vertentes temáticas relevadas, em especial quanto às características de cursos de MQ introdutórios (de graduação) e avançados (de pós-graduação), e quanto aos limites da ação do professor para o aprendizado dessa teoria por seus alunos.

---

**Fatores Potenciais para Mudanças Conceituais sobre Ensino de Física - Abib, M.L.V.S.**

---

Apesar dos esforços empreendidos, o ensino de Física no 2º grau não se alterou de modo significativo nos últimos anos, no Brasil. Caracterizado predominantemente por uma abordagem tradicional de ensino, definida primordialmente, como coloca Mizukami (1986), pela função de transmissão pelo professor de um determinado conteúdo que se constitui o próprio fim da existência escolar, revela-se em diversos trabalhos de pesquisa, como os de Panzera (1989), Nardi (1990) e Abib (1993), em uma prática docente caracterizada por planejamentos centralizados em conteúdos prescritos por exames vestibulares, por aulas desenvolvidas quase que exclusivamente através de exposições do professor, por resoluções de exercícios vinculadas a soluções-modelo, e uso eventual de atividades experimentais restritas a um caráter demonstrativo e acessório. Em síntese, como coloca Toscano (1991), à tríade: teoria-fórmula-exercícios.

Em diversos trabalhos sobre cursos de formação e sobre a atuação de professores de Física, com os de Villani (1988), Carvalho (1989), Almeida (1992), Carvalho e Gil-Pérez (1993), a necessidade de se promover condições para a

## Comunicações Orais

ocorrência de mudanças nas concepções que os professores apresentam sobre os processos de ensino e aprendizagem tem sido apontada como uma importante alternativa para o encaminhamento das transformações do quadro atual do ensino de Física.

Neste estudo colocou-se em foco as possibilidades de mudanças conceituais em um curso de formação de professores de Física de 2o. grau. Na investigação, desenvolvida com alunos da disciplina de Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física, procurou-se detectar em que medida ocorrem mudanças conceituais sobre os processos de ensino e aprendizagem. Esta disciplina, desenvolvida segundo parâmetros construtivistas, caracterizou-se principalmente em:

1. Assumir como ponto de partida as concepções pedagógicas dos alunos estagiários.
2. Buscar possibilidades para a reformulação de concepções através de atividades de investigação orientadas de modo a promover sucessivas análises sobre os aspectos teórico-práticos do ensino de Física no 2<sup>o</sup> grau, no sentido de encontrar soluções para problemas que extrapolam as concepções iniciais dos estudantes.

Em função do objetivo proposto, este estudo assumiu um caráter analítico-descritivo e desenvolveu-se sob os parâmetros de uma metodologia qualitativa de pesquisa. Foram sujeitos da pesquisa 15 alunos da Universidade Federal de São Carlos, pertencentes aos cursos de Licenciatura em Física (L.F.), Licenciatura em Matemática (L.M.) e Licenciatura em Química (L.Q.), dos quais 7 deles já possuíram experiência docente de até 2 anos.

A coleta de dados realizou-se com a utilização dos seguintes instrumentos:

1. Questionário inicial: para caracterização das concepções prévias dos alunos.
2. Planejamento realizado pelos alunos e a correspondente aula em situação simulada (gravada em vídeo): para análise das relações entre as concepções prévias e suas ações em "classe".
3. Questionário final e entrevista: para caracterização das concepções ao término do curso e levantamento de indícios sobre fatores que influenciariam possíveis mudanças.

Além desses instrumentos, foram utilizados também como fonte de dados as anotações de aula do professor, os trabalhos realizados pelos alunos e registros diversos ocorridos ao longo do desenvolvimento da disciplina. Esse conjunto complementar de informações mostrou-se fundamental ao ajuste e ao planejamento contínuo das atividades propostas aos alunos.

A análise dos dados obtidos permitiu uma caracterização das concepções iniciais dos alunos sobre os processos de ensino e aprendizagem, de alguns elementos de sua "prática" inicial (planejamento e regência de aula simulada) e de suas concepções finais.

A análise das concepções apresentadas pelos alunos levou à definição de três categorias de concepções:

**1. Categoria A:** Nesta categoria incluem-se as concepções nas quais:

- o processo de ensino efetua-se por uma transmissão realizada pelo professor de conhecimentos previamente sistematizados.
- o processo de aprendizagem efetua-se com ênfase na gravação e fixação (memorização) de conhecimentos, ou seja, o aluno absorve prestando atenção e fazendo exercícios para fixar as idéias "dadas" pelo professor.
- o professor desempenha o papel central nos processos, ou seja, ocorre polarização máxima no professor.

**2. Categoria B:** Nesta categoria incluem-se as concepções nas quais:

- o processo de ensino efetua-se por uma transmissão realizada pelo professor de conhecimentos previamente sistematizados
- o processo de aprendizagem ocorre através de participação efetiva do aluno que envolve além da memorização, reflexões, ações e iniciativas do estudante.
- o professor desempenha o papel central, mas a atuação do aluno também é considerada significativa.

**3. Categoria C:** incluem-se aqui as concepções nas quais:

- o processo de ensino efetua-se pela organização realizada pelo professor de situações que possam propiciar a (re)construção de conhecimentos pelo aluno
- o processo de aprendizagem ocorre através de um processo ativo e contínuo de elaboração de conhecimentos realizada internamente pelo estudante

O quadro abaixo apresenta sinteticamente as concepções dos sujeitos no início e ao término do desenvolvimento da disciplina

## Transformações das concepções

| Sujeito | INICIAL |        |        | FINAL  |        |        |
|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
|         | Cat. A  | Cat. B | Cat. C | Cat. A | Cat. B | Cat. C |
| DEN     |         | X      |        |        |        | X      |
| ALO     |         |        | X      |        |        | X      |
| AMO     |         | X      |        |        |        | X      |
| LIA     |         | X      |        |        | X      |        |
| MAO     | X       |        |        |        |        | X      |
| REA     |         | X      |        |        |        | X      |
| PEO     | X       |        |        | X      |        |        |
| GIO     |         | X      |        |        |        | X      |
| CLI     | X       |        |        |        | X      |        |
| DAN     | X       |        |        | X      |        |        |
| LUC     | X       |        |        | X      |        |        |
| ARA     | X       |        |        |        | X      |        |
| TEA     | X       |        |        |        |        | X      |
| MAI     |         |        | X      |        |        | X      |
| VEA     |         | X      |        |        |        | X      |

Os resultados obtidos nesse estudo revelaram a possibilidade da ocorrência de importantes mudanças conceituais na direção de uma superação de concepções tradicionais sobre os processos de ensino e de aprendizagem, nas condições em que se efetuou a investigação. Em função das características particulares de cada um dos casos estudados, observou-se que as alterações conceituais constatadas em grande parte dos sujeitos efetuou-se em diferentes graus, e que apenas em uma reduzida parcela houve manutenção das concepções tradicionais inicialmente apresentadas.

Esse estudo evidenciou também alguns fatores que possivelmente contribuíram para as mudanças detectadas. Entre eles, como já se esperava, destacam-se as experiências prévias dos sujeitos vividas como alunos como influência tanto das concepções e "práticas" iniciais, como do potencial de transformações resultante do grau de satisfação que essa vivência anterior proporcionou ao sujeito.

Esse fato, evidenciado nos relatos dos diversos casos, possivelmente esteja associado ao tipo de concepções iniciais apresentadas por indivíduos provenientes de diferentes cursos. Provavelmente, devido às diferentes ênfases metodológicas dos cursos de origem, e conseqüentemente, das diferentes experiências vivenciadas por seus alunos, os sujeitos do curso de Licenciatura em Matemática apresentaram concepções estritamente tradicionais, enquanto que diversos alunos das Licenciaturas em Física e Química apresentaram já de início concepções de ensino mais avançadas.

Um aspecto bastante importante também relacionado às vivências escolares dos sujeitos, consiste na "prática" inicial apresentada pelos mesmos. Estas, na maioria dos casos analisados, ocorreram de forma consoante com as concepções. Nos poucos casos em que isso não ocorreu, observou-se que a "prática" foi mais tradicional que

as concepções. Considerando-se que a prática simulada impõe uma série de limitações à identificação de aspectos da prática que os sujeitos apresentariam em situação real de sala de aula, essas relações indicam apenas algumas tendências, que precisariam ser investigadas em outras condições para melhor determinação.

Um segundo fator associado às mudanças conceituais detectadas, resultante em alguns casos das experiências prévias dos sujeitos como estudantes, ou, em outros, de suas experiências como docentes, consiste na constatação das dificuldades de aprendizagem de grande parte dos alunos nas áreas de Física e Matemática. Esse fator comparece nos relatos como um elemento central das insatisfações com o ensino tradicional.

Um terceiro fator, fortemente acoplado aos anteriores, a influência exercida pela disciplina de Prática de Ensino de Física e por outras disciplinas pedagógicas cursadas concomitantemente pelos sujeitos, caracterizou-se tanto como agente reforçador das insatisfações e consequentes conflitos dos sujeitos, como possibilitou superações e novas elaborações conceituais.

Esses resultados revelam que a utilização de princípios construtivistas como norteadores do desenvolvimento da Prática de Ensino de Física constitui-se em um caminho possível para promover as mudanças conceituais necessárias a uma renovação da prática em sala de aula dos professores. Assim sendo, colocando-se em posição central as concepções prévias dos futuros professores e o potencial de transformação que pode derivar do grau de insatisfação com as mesmas, pode-se indicar para o aprimoramento de disciplinas de formação pedagógica a inclusão de atividades que possam gerar, a partir de discussões aprofundadas sobre as sérias dificuldades atuais de aprendizagem em Física de grande parte dos alunos do 2º. grau, a necessidade de novos referenciais teóricos e um novo posicionamento sobre o ensino de Física.

## **BIBLIOGRAFIA CITADA**

- ABIB, M. L. V. S. **Concepções e práticas de ensino de Física de 2º. grau: analisando depoimentos de professores da região de São Carlos**. Relatório de pesquisa. Universidade Federal de São Carlos. Centro de Educação e Ciências Humanas, Serviço de Documentação em Educação, 1993.
- ALMEIDA, M. J. P. M. de. Uma concepção curricular para formação de professor de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 14, nº. 1992, pp.145-148.
- MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo, EPU, 1986.
- NARDI, R.; MARTINS, M. I. C. e GAV, A. Ensino de Física nas escolas de 2o. grau da região de Londrina - Caracterização a partir de dados levantados junto a professores em exercício e alunos recém-egressos do 2º. grau. **Revista de Ensino de Física**, 12, 1990, pp.104-122.

- PANZERA, A. C. **Aperfeiçoamento de professores de Física de 2º Grau - um estudo de caso.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Educação, Minas Gerais, 1989.
- TOSCANO, C. Acendendo algumas "luzes" e tomando uns "choques": a proposta para o ensino de eletromagnetismo do GREF numa perspectiva de formação continuada dos professores. Dissertação de Mestrado, UFSCar, 1991.
- VILLANI, A.; PACCA, J. L. A. Teoria e prática didática na atualização de professores de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 14, nº 2, 1992, pp.113-119.

---

**Uma Experiência de Mudança Conceitual com Licenciandos de Física da UFRJ -**  
Cordeiro Filho, F.; Gomes, M.M.; Vugman, N.V.

---

## INTRODUÇÃO

Um dos temas mais discutidos ultimamente nos setores ligados à educação brasileira se refere à baixa qualidade do ensino oferecido em todos os níveis pelas diferentes instituições. Vários têm sido os fatores considerados como responsáveis por essa baixa qualidade, destacando-se, entre esses, a formação inadequada dos professores.

Para Severino(1991), a formação dada nos cursos de licenciatura, apesar dos avanços da pesquisa científica e da reflexão teórica no âmbito do conhecimento dos fenômenos sócio-educacionais, tem sido alvo de severas críticas pela limitada eficácia dos profissionais de ensino na atual conjuntura brasileira. Para o autor:

*Encarada sob sua ampliada expressão quantitativa nos últimos decênios, a educação sistemática ofertada à população dá a impressão de que só incorporou os defeitos de massificação, não conseguindo incorporar as vantagens da democratização. (p.29)*

Corroborando essa mesma posição, Ribeiro e Fletcher (1987) afirmam que o problema da educação brasileira só será sanado, se houver por parte das autoridades investimentos suficientes para atender às exigências de melhoria da qualidade do ensino.

Inserida na problemática da formação de professores está a questão do ensino da Física. Acreditamos que não seja o desconhecimento do conteúdo o principal fator impeditivo de sua aprendizagem, mas sim a utilização de estratégias inadequadas para promovê-la. A reprovação de alunos do 2º grau nesta disciplina vem atingindo índices que podem ser considerados alarmantes.

A constatação da dificuldade de compreensão dos conceitos básicos da Física por parte de alunos do 2º grau, professores e mesmo especialistas nesta área têm sido objeto de pesquisas (Mc Dermott, 1984 e 1990 e Reif, 1987, entre outros).

Fatos relacionados à Física, que fazem parte do cotidiano dos alunos, são por eles interpretados, antes que tenham acesso aos conhecimentos científicos. Essas

interpretações não científicas constituem o que foi denominado de *misconceptions*, pensamento natural, concepções espontâneas, intuitivas e, mais recentemente, concepções alternativas. Examinando esses construtos, optamos por “concepção alternativa” por acreditarmos, como *Zylbersztajn*(1985), que essas noções são “mediadas socialmente, o que lhes tira o caráter espontâneo ou intuitivo”(p.88).

*Viennot* (1979) percebeu que essas concepções prévias são extremamente resistentes à mudança e que a dificuldade nas construções dos conceitos da Física está relacionada à incapacidade dos alunos em passarem das concepções alternativas para os conceitos científicos, não se verificando, portanto, a aprendizagem, ou seja, a mudança conceitual.

Dentre os modelos elaborados para provocar a mudança conceitual, pode ser destacado o que ficou conhecido por **PSHG** (*Pesner, Strike, Hewson, Gertzog*, 1982) como o que, até o momento, dentro dos limites de nosso conhecimento, apresentou resultados mais promissores (*Driver & Erickson*, 1983; *Duit*, 1988; *Hashweh*, 1986, entre outros).

## OBJETIVO E JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

O estudo se propôs a: (1) aplicar, a alunos da Licenciatura em Física da *FE/UFRJ*, uma estratégia baseada no modelo **PSHG** (*Gomes*, 1991), com vistas à reorganização/construção de conceitos nessa área que não correspondessem à concepção científica; e (2) avaliar os efeitos da aplicação dessa estratégia, através de Prática de ensino desses licenciandos, na medida em que tais conceitos fossem explorados com alunos que possuíssem conhecimento de Física em nível de 2º grau.

A escolha dessa pesquisa originou-se dos seguintes fatores: (a) de nossa percepção das dificuldades, tanto de alunos do 2º grau, quanto de licenciandos, em lidar conceitualmente com os fenômenos físicos; (b) da verificação sistemática das deficiências manifestadas pelos licenciandos em Física da *UFRJ* ao trabalharem conceitualmente com os conteúdos de sua área ao longo do curso de graduação; (c) da constatação da importância de divulgações de estudos realizados em níveis nacional e internacional sobre concepções alternativas e mudança conceitual; e (d) da observação do desconhecimento por parte da grande maioria dos professores de Física dessas pesquisas.

## METODOLOGIA

Participaram do estudo quatro licenciandos de Física inscritos nas disciplinas Didática Especial de Física I e II e Prática de Ensino de Física, oferecidas ao longo do 1º e 2º semestres de 1991 pela Faculdade de Educação da *UFRJ*, bem como alunos com conhecimentos de Física em nível de 2º grau inscritos em duas turmas de Didática Geral da Formação Pedagógica da mesma instituição, sob nossa regência.

## Comunicações Orais

A investigação se caracterizou como Estudo de Caso, posto que buscou avaliar o “crescimento” de cada um dos quatro licenciandos submetidos à estratégia, de forma aprofundada.

### PROCEDIMENTOS

Através da estratégia, procuramos construir, com os licenciandos, os conceitos básicos de Física lecionados em nível de 2º grau, conceitos esses que observamos apresentar algum tipo de deficiência. Para esse fim, foi feita uma sondagem conceitual através de instrumento escrito, com perguntas abertas, para diagnosticar a existência de concepções alternativas.

Após a análise das respostas dos licenciandos, realizada com a supervisão do professor especialista em Física, passamos a desenvolver o trabalho com o grupo, que constou das seguintes etapas: **(a)** discussão das concepções apresentadas pelos licenciandos, visando o confronto das mesmas com as concepções científicas, provocando, assim, insatisfação com os conceitos errôneas ou incompletos; **(b)** apresentação do conceito científico, com ênfase na inteligibilidade, plausibilidade e fecundidade do mesmo.

Ao longo dessas etapas, verificou-se que a incidência de deficiências nas respostas apresentadas pelos licenciandos foi muito grande, ou seja, a maioria dos conceitos apresentou lacunas, erros, inadequações e/ou imprecisões. Face a essa situação, o tempo disponível para os encontros se tornou insuficiente para que fossem solucionadas as várias dificuldades, não só em relação aos conteúdos propriamente ditos, mas também sobre a forma pela qual os licenciandos se expressaram sobre os mesmos. Além disso, a presença dos professores especialistas em Física e em Teoria de Aprendizagem como Mudança Conceitual, pelo fato de não terem explicitado, inicialmente, seus papéis no estudo, contribuiu para o agravamento do problema.

Após essas etapas iniciais, buscamos construir, com os licenciandos, a Teoria de Aprendizagem como Mudança Conceitual, bem como a estratégia baseada no modelo **PSHG**. Esse trabalho foi desenvolvido com o grupo através da leitura prévia de texto sobre os fundamentos da Teoria de Aprendizagem como Mudança Conceitual e, mais especificamente, sobre o modelo **PSHG**, seguida de discussão em sala de aula.

Posteriormente, foram realizadas entrevistas individuais para levantamento da história acadêmica de cada um dos licenciandos, a fim de identificar os possíveis motivos das dificuldades encontradas em lidar conceitualmente com a Física. Em seguida, houve a apresentação, por parte dos licenciandos, de situações simuladas, nas quais a estratégia proposta foi aplicada. Dando prosseguimento, os licenciandos aplicaram a estratégia nas turmas de Didática Geral, construindo com os alunos os conceitos de inércia e energia.

Os encontros do grupo foram gravados em vídeo e contam com a participação dos professores especialistas do instituto de Física e da Faculdade de Educação da UFRJ.

Após cada encontro, discutiram-se as percepções sobre o andamento das práticas. Todos esses procedimentos objetivaram proporcionar maior rigor à descrição do processo.

A avaliação do trabalho desenvolvido após as entrevistas, tornou-se mais espontânea: os licenciandos passaram a se expressar livremente, sem censura, sobre todos os aspectos que haviam considerado importantes, quer positivos, quer negativos. Além disso, apontaram os fatores que acreditavam ter prejudicado o trabalho, bem como estabeleceram críticas bastantes pertinentes sobre tudo o que ocorrera.

Os planejamentos dessas aulas foram por nós acompanhados.

No término da experiência, os licenciandos elaboraram relatórios descrevendo e avaliando todas as atividades realizadas. De posse das descrições das etapas e de seus resultados, com o objetivo de atribuir maior contabilidade a estes (*Lincoln & Guba, 1985*), os submetemos à apreciação de todos os participantes, com eles discutindo.

## RESULTADOS

### Avaliação dos Efeitos da Aplicação da Estratégia aos Licenciandos

Na avaliação dos efeitos da aplicação da estratégia baseada no modelo PSHG aos licenciandos de Física, foram considerados três tipos de indicadores: (a) o “crescimento” de cada licenciando de Física quanto à vivência da estratégia como aluno, aprendizagem da teoria de mudança conceitual, bem como da estratégia baseada no modelo PSHG e aplicação da mesma ao ensino dos conceitos de energia e inércia a duas turmas de licenciandos que cursavam Didática geral; (b) a apreciação realizada pelos licenciandos de Física sobre as experiências vivenciadas ao longo do estudo; e (c) a avaliação dos licenciandos de Didática Geral tanto em relação aos efeitos sentidos quando do ensino dos conceitos de energia e inércia, como da possibilidade da utilização da estratégia nas disciplinas de suas áreas de conhecimento.

Quanto ao primeiro indicador, nas respostas dos licenciandos por ocasião da aplicação do instrumento escrito com perguntas abertas, para diagnosticar a existência de concepção alternativas, foram encontradas as seguintes atuações: (a) ausência de respostas sobre determinados conceitos; (b) respostas contendo elementos incorretos; (c) respostas incompletas; (d) respostas em linguagem incompreensível para o nível de 2º grau; (e) respostas que, ao invés de emitirem os conceitos solicitados, se reduziam a fórmulas matemáticas; (f) respostas que tergiversavam em relação aos conceitos; e (g) respostas coincidentes com a

## Comunicações Orais

concepção científica. Em seguida, os conceitos de energia e inércia foram exaustivamente discutidos com os licenciandos, levando-os à construção dos mesmos, atendendo à concepção formal aceita, independentemente da formação acadêmica de cada um deles.

No que se refere à teoria de aprendizagem por mudança conceitual, bem como à estratégia baseada no modelo **PSHG**, acreditamos que tenham sido apreendidos em virtude dos resultados obtidos em sua aplicação.

O segundo indicador, ou seja, a apreciação realizada pelos licenciandos de Física sobre as experiências vivenciadas ao longo do estudo, mostrou nas entrevistas individuais a interferência significativa de fatores de natureza afetiva no desenvolvimento do estudo. Entre estes, pode-se destacar: **(a)** a ausência de uma preparação adequada dos licenciandos para o trabalho que iria ser realizado, fez, por exemplo, com que a presença de especialistas que não tiveram seus papéis claramente definidos no início do processo, inibisse os alunos; **(b)** a incerteza de alguns elementos da amostra quanto à possibilidade de conseguirem concluir a licenciatura sob a atual ameaça de jubilação; e **(c)** o envolvimento de parte da amostra com o curso de pós-graduação em Física.

Todos esses fatores e outros, de ordem pessoal, foram discutidos com eles, sendo que em alguns casos individualmente e, em outros, dentro do próprio grupo.

## CONCLUSÕES

A análise dos resultados, consideradas as condições em que o estudo foi desenvolvido, levou às seguintes conclusões:

1. Pelo fato dos licenciandos de Física, que participaram do estudo, já possuírem em sua ecologia conceitual os fundamentos da Física, a aplicação da estratégia baseada no modelo **PSHG** promoveu, na grande maioria dos casos, o processo e assimilação ou captura conceitual.
2. Uma vez que a aplicação da estratégia baseada no modelo **PSHG** levou os alunos à “construção/reorganização” dos conceitos de energia e inércia que foram ensinados através da mesma, pode-se esperar que fato semelhante ocorra com os demais conceitos dessa área de conhecimento.
3. Apesar dos autores do modelo **PSHG** afirmarem que sua preocupação não abrange o aspecto afetivo da aprendizagem, evidenciou-se, neste estudo, o importante papel desempenhado por ele em sua aplicação.
4. O modelo **PSHG** parece viabilizar a “construção/reorganização” dos conceitos de Física sem a presença de uma linguagem formal matematizada que até o momento tem contribuído para as dificuldades encontradas na aprendizagem dessa matéria.
5. O interesse evidenciado pelos alunos de Didática Geral pertencentes a diferentes áreas de conhecimento não comprometidas diretamente com a

Física parece indicar que o modelo **PSHG** é eficaz no ensino dos conteúdos desse ramo da ciência.

6. Apesar da teoria de aprendizagem por mudança conceitual, bem como o modelo **PSHG**, terem tido origem na Física, sua aplicação na disciplina Didática Geral, para alunos de diferentes áreas - Letras, Psicologia, Filosofia, História, Geografia, Biologia, Química e Música - que os consideraram de grande significância para suas áreas, sugerem que esse modelo possa ser aplicado com bons resultados nas mesmas.
7. Apesar de haver grande desnível acadêmico entre os licenciandos de Física que compuseram a amostra, esse fato não impediu que os mesmos apresentassem desempenho equivalente na prática de Ensino.
8. Em virtude de verificação de existência de sérias lacunas quanto ao domínio dos conceitos básicos da Física levantados no início do estudo e do resultado positivo obtido na aplicação da estratégia baseada no modelo **PSHG**, é provável que a utilização desta metodologia de ensino nas aulas ministradas no Instituto de Física contribua para solucionar essas dificuldades.

## RECOMENDAÇÕES

Considerando-se os resultados e as conclusões do estudo, propomos as seguintes recomendações:

1. Que seja promovida uma maior divulgação da teoria de aprendizagem como mudança conceitual, bem como modelo **PSHG**, entre os professores de Física de 1º, 2º e 3º graus.
2. Que tanto a teoria de aprendizagem como mudança conceitual, como o modelo **PSHG**, sejam ensinados em cursos de formação de professores, nas disciplinas Didática Geral e Didática Especial.
3. Que sejam realizadas pesquisas experimentais na realidade brasileira, a fim de comparar a eficácia da teoria de aprendizagem como mudança conceitual, bem como do modelo **PSHG**, com outras metodologias.
4. Que se dedique um maior espaço em Prática de Ensino para que os licenciandos possam testar a aplicação do modelo **PSHG** e um número maior de conceitos básicos da Física.
5. Que sejam realizados novos estudos com amostras de licenciandos das diferentes áreas que lidam com conceitos.
6. Que novos estudos se dediquem a uma análise detalhada do aspecto efetivo relacionado tanto à teoria de aprendizagem como mudança conceitual, como ao modelo **PSHG**.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Driver*, Rosalind & Erickson, G. Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of Students conceptual frameworks in Science. Studies in Science Education, 10/1983, 37-60,
- Duit*, R. Research on Students' alternative frameworks in Science topics, theoretical frameworks, consequences for Science teaching. Institute for Science Education (IPN) at the University of Kiel, 1988, 1-23.
- Gomes*, Marcia P. R. de M. A construção do conceito de aprendizagem como mudança conceitual: uma estratégia baseada no modelo PSHG. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Educação da UFRJ, 1991.
- Hashweh*, M.Z. Toward an explanation of conceptual change. European Journal of Science Education, vol. 8, nº 3, 1986, 229-249.
- Lincoln*, Yvonne S & Guba, Egon G. Naturalistic Inquiry. London: Sage Publications, 1985.
- Mc Dermott*, L. A perspective on teacher preparation in Physics and other sciences: The need for special science course for teachers. American Journal of Physics, 58 (8), August 1990, 734-742.
- Mc Dermott*, L. Research on conceptual understandings in Mechanics. Physics Today, American Institute of Physics, vol. 22, 1984, 24-42.
- Posner*, G. J.; Strike, K. A.; Hewon, P. W. & Gertzog, W. A. Accomodation of a scientific conception. Toward a theory of conceptual change. Science Education, 1982, 66 (2), 211-227.
- Reif*, F. Instructional design, cognition, and technology: applications to the teaching of scientific concepts. Journal of Research in Scientific Teaching, vol. 24, nº 4, 1987, 309-324.
- Severino*, A. J. A Formação profissional do educador: Pressupostos filosóficos e implicações curriculares. ANDE, Ano X, nº 17, 1991, 29-40.
- Viennot*, L. Le raisonnement spontane en dynamique elementaire. These de Doctorat D'État Presentée à L'Université Paris VII, 1979.
- Zylbersztajn*, A. Concepções alternativas e ensino de Física. Atas do VI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Sociedade Brasileira de Física, 1985, Niterói; RJ, 73-87.

---

**A Construção do Conceito de Aprendizagem como Mudança Conceitual: Uma Estratégia baseada no Modelo P.S.H.G. - Gomes, M.M.; Cordeiro Filho, F.**

---

## INTRODUÇÃO

O distanciamento entre os conteúdos ministrados pelo professor e o universo sócio-cultural dos alunos tem sido freqüentemente apontado como um dos principais fatores responsáveis pelo fracasso escolar. Esse distanciamento se deve, muitas vezes,

a uma inadequação na seleção dos próprios conteúdos. Entretanto, mesmo quando os conteúdos são adequados aos interesses e necessidades do aluno, é indispensável que o professor saiba apresentá-los utilizando estratégias que levem em conta a realidade vivenciada por seus alunos. Quando isso não ocorre, o processo de ensino-aprendizagem fica desprovido de significado e, portanto, inoperante. Essa preocupação não é nova. Entretanto, só em anos recentes as concepções que os indivíduos constroem na interação em seu universo sócio-cultural estão sendo submetidas a estudos sistemáticos.

Os fatos que fazem parte do cotidiano do aluno, ao serem percebidos, são geralmente por eles interpretados antes de qualquer conhecimento formal. Tais interpretações leigas constituem o que se denomina concepções alternativas, construto que vem sendo objeto de inúmeras pesquisas. Essas pesquisas têm demonstrado que as concepções alternativas podem ser extremamente resistentes à mudança. Embora as razões de tal resistência não sejam ainda suficientemente conhecidas, sabe-se que uma das maiores dificuldades na apreensão dos conceitos científicos está estreitamente relacionada à dificuldade na passagem de concepções alternativas para a concepção formal. Em outras palavras, se o professor não levar em consideração as concepções alternativas trazidas pelo aluno, estas permanecem interferindo na aprendizagem dos conceitos que são ensinados (*Hashweh, 1986*).

Autores ligados ao ensino da Física - área em que se concentra a maior parte dessas pesquisas - têm elaborado modelos de ensino visando à mudança conceitual, ou seja, a passagem das concepções alternativas para as concepções científicas. Dentre esses modelos, o mais freqüentemente citado na literatura ficou conhecido como modelo **PSHG**, por ter sido elaborado por *Posner, Strike, Hewson e Gertzog (1982)*.

Apesar da importância dos estudos sobre concepções alternativas e mudança conceitual para o aprimoramento das estratégias de ensino, poucos professores - mais por desconhecimento que por falta de interesse - tentaram aplicar os resultados obtidos a situações de ensino-aprendizagem. Cabe ressaltar que mesmo os estudiosos do assunto encontram dificuldade em passar os conhecimentos gerados no campo da pesquisa para a prática docente. *Hewson e Hewson (1988)* afirmam que, para que possam utilizar os dados provenientes da pesquisa sobre concepções alternativas e mudança conceitual, os professores precisam assumir uma posição construtivista no que se refere ao processo de aprendizagem, ou seja, a de que os alunos constroem ativamente seus novos conhecimentos.

Segundo a posição construtivista, os alunos aprendem *usando seus conhecimentos prévios para interpretar as novas informações de modo a que façam sentido para eles. Eles constroem suas próprias estruturas conceituais às quais incorporam fenômenos empíricos, conceitos e modelos explanatórios. Isso significa que, para aceitar a interpretação científica dos fenômenos, eles têm que modificar suas idéias, o que pode*

*exigir uma reestruturação de suas atuais concepções e não apenas a simples adição de um novo conhecimento.* (Hewson & Hewson, 1988, p. 597).

Para se tornarem capazes de facilitar a mudança conceitual, os professores precisam estar cientes do que seus alunos sabem, para que possam planejar o ensino levando esses dados em consideração.

Adotando uma perspectiva construtivista, *Hewson & Hewson (1988)* chamam a atenção para o fato de que os professores,

*da mesma forma que os alunos constroem suas próprias estruturas conceituais, às quais incorporam os eventos de sala de aula, conceito de ensino e modelos explanatórios. É evidente que os conhecimentos, capacidades e atitudes dos professores serão de tipo muito diferente, servindo a propósitos diferentes e não necessariamente coerentes.* (p. 598).

Em vista disso, é de se supor que a melhor maneira de fazer com que o professor compreenda a importância das concepções alternativas e da mudança conceitual para a aprendizagem, é levá-lo a vivenciar, ele mesmo, este processo, ou seja, que se torne sujeito de um processo de ensino-aprendizagem que se fundamente em concepções alternativas e mudança conceitual.

## OBJETIVO E JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

O estudo se propôs: (a) elaborar uma estratégia baseada no modelo PSHG, aplicando-se à construção do conceito de aprendizagem como mudança conceitual com pós-graduandos da Faculdade de Educação da *UFRJ*, a partir de suas concepções sobre o processo de ensino-aprendizagem; e (b) avaliar os efeitos da aplicação dessa estratégia.

A escolha desse tema justificou-se:

(a) pela preocupação com a baixa qualidade de ensino apresentada nas escolas brasileiras, principalmente as oficiais;

(b) pelo meu contato com grupos de pesquisa, nacionais e internacionais, que vêm trabalhando com concepções alternativas e mudança conceitual;

(c) pelo desconhecimento, por parte da grande maioria dos professores, de tais pesquisas;

(d) pela recomendação feita em vários estudos, sobre o tema, para que se procure aplicar a teoria de mudança conceitual a outras áreas de conhecimentos que não as Ciências Naturais e a Matemática;

(e) pelo reduzido número de pesquisas sobre o papel desempenhado pelo professor na mudança conceitual de seus alunos; e

(f) pelo que a aplicação do modelo PSHG, por meio da estratégia construída no estudo, pode significar, tendo em vista seu pioneirismo e possibilidade de ser utilizada em outras disciplinas.

## METODOLOGIA

Participaram do estudo os nove pós-graduandos em Educação da *UFRJ* inscritos na disciplina “Ensino-Aprendizagem: Uma Nova Abordagem”, oferecida no primeiro semestre de 1990.

A composição do grupo facilitou a realização do estudo pelas seguintes razões:

(a) pelo fato de serem provenientes de diversas áreas de conhecimento, o que permitiu testar as possibilidades do modelo nessas diferentes áreas; e

(b) por ser eu a responsável pela disciplina, o que me garantiu a liberdade necessária à implementação da estratégia, bem como o acompanhamento de todo o processo.

## PROCEDIMENTOS

A estratégia utilizada procurou trabalhar o conceito de aprendizagem como mudança conceitual, aplicando aos próprios pós-graduandos procedimentos que favorecessem a mudança conceitual.

A primeira etapa da estratégia consistiu em identificar as concepções sobre ensino-aprendizagem apresentadas pelos sujeitos, através de entrevistas individuais focalizadas. As entrevistas investigaram a posição dos pós-graduandos quanto aos seguintes aspectos:

(a) conceito de ensino;

(b) conceito de aprendizagem;

(c) relação ensino-aprendizagem; e

(d) fatores que favorecem a aprendizagem.

Após uma análise preliminar das entrevistas, iniciei o trabalho em sala de aula, que constou das seguintes etapas:

(a) discussão em grupo das respostas dos pós-graduandos, procurando analisar os pontos de contato e de divergência eventualmente existentes entre suas concepções e a concepção de aprendizagem como mudança conceitual;

(b) apresentação de situações simuladas de ensino-aprendizagem que evidenciassem limitações nas concepções de ensino-aprendizagem enunciadas pelos pós-graduandos quanto ao seu potencial para lidar adequadamente com essas situações;

(c) análise do conceito de aprendizagem como mudança conceitual através da leitura prévia de textos, seguida por discussão em sala de aula;

(d) análise de exemplos de situações de ensino-aprendizagem que evidenciassem a importância da concepção da aprendizagem como mudança conceitual; e

(e) solicitação aos pós-graduandos para que indicassem, em função de sua prática docente, os conteúdos que seus alunos tenham maior dificuldade de aprender, para que esses pudessem ser trabalhados no grupo em termos de mudança conceitual.

Estas etapas da estratégia foram planejadas em função das condições apontadas pelo modelo **PSHG** como necessárias à mudança conceitual. Assim, os itens (a) e (b) tiveram como objetivo levar os pós-graduandos a reverem suas concepções de aprendizagem. O item (c) procurou evidenciar a inteligibilidade da nova concepção; o (d), a plausibilidade, e o (e) a fecundidade.

A estratégia foi, portanto, desenvolvida em seis etapas, sendo que, destas, uma correspondeu às entrevistas individuais para identificar as concepções de ensino-aprendizagem apresentadas pelos pós-graduandos, e as outras cinco foram encontros de todo o grupo em sala de aula.

As entrevistas foram gravadas em fita e os encontros de grupo em video-tape, para possibilitar revisões futuras do processo. Além disso, todos os encontros de grupo contaram com a participação de uma observadora, também pós-graduanda em educação, mas que não fazia parte do grupo. Essa observadora tinha como tarefa descrever o processo ocorrido em sala de aula, incluindo reações específicas dos alunos e minhas. Após cada encontro, eu e a observadora nos reuníamos para discutir suas percepções sobre o encontro. Todos esses procedimentos tiveram por objetivo conferir maior rigor à descrição do processo.

Na avaliação dos efeitos da estratégia foram considerados dois tipos de indicadores:

(a) ganhos percebidos pelos pós-graduandos em função das experiências de aprendizagem vivenciadas no curso; e

(b) capacidade de aplicar a concepção de aprendizagem como mudança conceitual ao ensino de sua própria disciplina, utilizando, para isso, um conceito de difícil compreensão pelos alunos.

Os planejamentos dessas aulas foram acompanhados por mim. Cabe destacar que, pelo fato de não ser especialista nas disciplinas lecionadas pelos diferentes pós-graduandos, limitei-me a verificar se as condições propostas pelo modelo **PSHG** estavam sendo consideradas. Ao final do curso, os pós-graduandos elaboraram um relatório dessas atividades por eles desenvolvidas, acompanhado de uma avaliação de todo o processo.

Como uma forma adicional de conferir maior confiabilidade aos resultados (*Lincoln & Guba, 1985*), estes, bem como a descrição do próprio processo, foram submetidos aos participantes e com eles discutidos.

## RESULTADOS

### Avaliação dos Efeitos da Aplicação da Estratégia aos Pós-Graduandos

Na avaliação dos efeitos da aplicação da estratégia aos pós-graduandos, como foi mencionando anteriormente, foram considerados dois tipos de indicadores:

(a) ganhos percebidos pelos pós-graduandos em função das experiências de aprendizagem vivenciadas no curso; e

(b) capacidade de aplicar a concepção de aprendizagem como mudança conceitual ao ensino de sua própria disciplina.

Quanto ao primeiro indicador, ou seja, ganhos percebidos pelos pós-graduandos, seus depoimentos da experiência foram elogiosos não apenas com relação ao conteúdo e às atividades desenvolvidas, mas inclusive enfatizando a forma pela qual o grupo interagiu.

Dentre os fatores mencionados pelos pós-graduandos na avaliação da teoria de aprendizagem como mudança conceitual e da estratégia proposta podem ser destacados:

(a) relevância dos conteúdos aprendidos;

(b) adequação dos procedimentos utilizados;

(c) aplicabilidade da estratégia; e

(d) efeitos sobre o rendimento dos alunos.

## CONCLUSÕES

A análise dos resultados, consideradas as condições em que a pesquisa foi desenvolvida, levou às seguintes conclusões:

1. Apesar da teoria de aprendizagem como mudança conceitual, bem como o modelo **PSHG**, terem tido origem nas Ciências Naturais, os resultados positivos obtidos pelos pós-graduandos em disciplinas não pertencentes a essa área de conhecimento: Pedagogia, Enfermagem e Educação Física - sugerem que é provável que esse modelo possa ser aplicado em outras disciplinas que lidam com conceitos.
2. Apesar do modelo **PSHG** ter sido elaborado com vistas à acomodação, os resultados positivos apresentados, tanto no ensino do conceito de aprendizagem como mudança conceitual como no ensino dos diversos conceitos trabalhados pelos pós-graduandos como seus próprios alunos parecem evidenciar que este modelo pode ser utilizado, também, como sucesso, na assimilação de conceitos.
3. As diferentes conotações dadas por *Posner et alii* (1982) e *Hewson* (1981) à plausibilidade e à fecundidade parecem ter contribuído para a maior dificuldade de alguns pós-graduandos em compreendê-las.

## Comunicações Orais

4. A dificuldade de identificar concepções alternativas em disciplinas que não as Ciências Naturais e Matemática não interferiu negativamente na aplicação do modelo **PSHG**, o que sugere que o importante é que o professor parta do conhecimento prévio do aluno, seja este qual for.
5. Tendo em vista a conclusão anterior, o modelo **PSHG** pode ser generalizado como um modelo de ensino independente do conceito de concepção alternativa, conceito este difícil de ser identificado em disciplinas que não as Ciências Naturais e a Matemática.

## RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista, os resultados e conclusões do estudo, proponho as seguintes recomendações;

1. Que sejam realizadas réplicas do estudo com uma amostra de professores de outras disciplinas que não tenham sido incluídas neste.
2. Que os grupos de pesquisadores que se dedicam ao estudo do processo de mudança conceitual utilizando o modelo **PSHG** procurem definir com mais precisão os conceitos de plausibilidade e fecundidade.
3. Que os novos estudos reservem maior espaço à prática supervisionada dos alunos, de modo que estes possam testar a aplicação do modelo a uma gama variada de conceitos.
4. Que a teoria de aprendizagem como mudança conceitual, bem como o modelo **PSHG**, sejam incluídos no currículo dos cursos de formação e aperfeiçoamento de professores de todas as disciplinas que lidam com conceitos.
5. Que, em virtude do Grupo de Interesse Especial da AERA “Subject Matter Knowledge and Conceptual Change” ter considerado possível a utilização da teoria de aprendizagem como mudança conceitual por outras disciplinas que não as Ciências Naturais e Matemática, estudiosos procurem estabelecer os atributos de uma concepção alternativa para essas outras áreas de conhecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hasheweh, Maher Z.* Toward an explanation of conceptual change. European Journal of Science Education, 1986, 8 (3), 229-249.
- Hewson, Peter W. & Hewson, Mariana G. A. B.* An appropriate conception of teaching Science. A view from studies of Science Learning. Science Educaiton, 1988, 72 (5), 597-614.
- Lincoln, Yvonna S. & Guba, Egon G.* Naturalistic Inquiry. London: Sage Publications, 1985.

Posner, G.J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. Accomodation of a scientific conception. Toward a theory of conceptual change. Science Education, 1982, 66 (2), 211-227.

---

**Erro, Errar, Errante: uma Nova Perspectiva de se Encarar o Erro no Processo Ensino-Aprendizagem de Ciências.** - Esbérard, V.M.F.; Oliveira, L.R.; Krapas-Teixeira, S.

---

## INTRODUÇÃO

A pesquisa em Ensino de Ciências tem revelado que os erros que os estudantes cometem estão relacionados com suas concepções prévias, alternativas à ciência oficial. A tarefa do ensino é promover a mudança conceitual. Por outro lado, muitas dessas concepções apresentam características marcantes, tais como: coerência interna e pragmatismo, que as tornam extremamente resistentes ao ensino.

Analisamos a visão de dois autores sobre o erro. Santos (1991) menciona que o erro faz parte do processo ensino-aprendizagem, que é a "mola propulsora" do conhecimento. Diz, porém, que o erro deve ser "afastado" e que para tanto o professor deveria "retificar os erros", através do que Bachelard denomina Psicanálise do Conhecimento Científico.

Concordamos com Santos no que se refere a conceber o erro como "mola propulsora do conhecimento". Mas adotaremos uma posição contrária à esta autora no que tange a dois aspectos. Primeiramente acreditamos que a aquisição do conhecimento se dá através de um processo de construção do novo a partir do velho. Se por um lado há rupturas na construção do novo, há também algo do velho que se mantém. Dessa forma não entendemos como um erro possa ser simplesmente afastado.

Em segundo lugar, não acreditamos que haja garantias da retificação do erro através de um processo de conscientização deste. Sob este aspecto estamos mais de acordo com Lajonquière (1992) que também traz a psicanálise à cena do processo ensino-aprendizagem. Esse autor entende o erro como uma das "vicissitudes que um sujeito suporta nas suas aprendizagens"; diz que os sujeitos erram rotineiramente, o que aponta para a idéia de que o erro deve ser produzido conforme alguma legalidade. Assim os erros são do tipo causal e não casual, são produto de um laborioso funcionar, que segundo Lajonquière trata-se da Equilibração Majorante de Piaget. A novidade que esta leitura traz, reside no fato de que por se tratar de um funcionar inconsciente o erro não está submetido à controle, e portanto não pode ser "retificado", "afastado", através de um processo consciente.

Esse quadro teórico nos levou a estudar a conceituação do erro adotada por professores de Física. No presente trabalho vamos apresentar somente uma primeira análise dessa conceituação.

## COLETA DE DADOS

A coleta de dados aconteceu em três etapas. Na primeira, foram entrevistados 11 professores, alunos recém-ingressos no Curso de Especialização em Ensino de Ciências (modalidade Física) oferecido pela Universidade Federal Fluminense. Destes professores 10 pertencem à rede pública de ensino e um atua na área de divulgação da Ciência.

Na segunda etapa os professores foram entrevistados após terem frequentado disciplinas onde as idéias referentes ao Movimento das Concepções Alternativas tinham sido trabalhadas. Dos 11 professores 4 não participaram desta etapa, 3 por desistência do curso e um por falta de disponibilidade de tempo para a entrevista.

Finalmente, a terceira etapa aconteceu após os 8 professores terem tido a oportunidade de elaborar no decorrer da disciplina Estágio Supervisionado seus planejamentos de aula, levando em conta os erros de seus estudantes e apontando para diversas formas de intervenção didática. As discussões entre os professores-cursistas, as entrevistadoras (duas das autoras deste trabalho) e a professora da disciplina (a terceira autora) foram gravadas em vídeo.

As perguntas que orientaram a primeira fase da entrevista foram construídas a partir do referencial teórico que adotamos e de nossa escuta do discurso de professores de Ciências de maneira geral e de Física em particular. As perguntas da entrevista da segunda etapa foram planejadas em função da análise dos dados coletados na primeira etapa. Dividimos as perguntas formuladas na segunda etapa em questões gerais (para todos os sujeitos) e específicas, em função da necessidade de abordar alguns aspectos individuais.

## RESULTADOS

Apresentamos aqui somente os dados referentes à primeira etapa da pesquisa. As respostas dos professores foram analisadas de acordo com parâmetros relacionados com as perguntas do questionário: definição de erro; causa do erro, (tanto por parte do aluno como do professor); solução apresentada para o tratamento do erro; e estratégias utilizadas para este fim. Já as categorias de análise foram construídas a partir da análise do discurso dos professores. O quadro a seguir mostra os referidos parâmetros e categorias.

| DEFINIÇÃO DO ERRO                     |                           | CAUSA DO ERRO                | DA PERSISTÊNCIA DO ERRO NO ALUNO | SOLUÇÃO VISÃO DO PROFESSOR | ESTRATÉGIAS                           |
|---------------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Tipos                                 | No aluno                  | No professor                 |                                  |                            |                                       |
| Algo que foge ao padrão.              | Senso comum               | Falha na Observação          | Senso comum                      | Continuidade               | Experiências                          |
| Formas mais sutis de erro             | Embassamento Teórico      | Condição Humana              | Instrumental do professor        | Ruptura                    | Experiências e Teoria                 |
| Faz parte do processo de aprendizagem | Instrumental do professor | Conteúdo de outra disciplina | Problemas psicológicos           |                            | Autoridade: -científica -do professor |
|                                       | Desconhecimento           |                              | Maturação                        |                            |                                       |
|                                       | Falha de observação       |                              |                                  |                            |                                       |

*Parâmetros e Categorias resultantes da análise dos dados.*

### Definição de erro

Quando pedimos aos professores que definissem o erro, o que apareceu com mais frequência foi a alegação de que o erro seria **algo que foge ao padrão** (Lia, Marcos, Eduardo, Walmir, Valdemar e Sebastião): "... errar é quando você está desviado daquele caminho que seria o mais correto, seria a verdade...desviado de uma coisa que é um fundamento." (Lia). Estes professores parecem ter como norma a existência de uma verdade absoluta. A idéia de "falso" faz presumir que exista a "verdade" como algo inequívoco, orientando sempre um juízo verdadeiro.

**Formas mais sutis** de se referir ao erro, isto é uma flexibilização da posição anterior, também aparecem na fala de Marcos, Ronaldo e Sebastião. Este último entende o erro como "uma questão ideológica", e se refere a ele de acordo com a clientela em questão, dizendo: "...o erro, para uma clientela de segundo segmento do primeiro grau, é interpretado de uma maneira diferente do erro cometido por um aluno do segundo grau, e que vai ser diferente do erro cometido por um aluno que está

## Comunicações Oraís

no terceiro grau. “ Ou como nos diz Marcos:...”errar é um pouco forte. Algumas coisas que eles falam partem da intuição deles e que não é tratado por mim como erro, mas uma manifestação do que eles têm intuitivamente e que deve ser trabalhado.” Vale observar que os dois primeiros professores apresentam uma dualidade, visto que já haviam definido o erro como algo que foge a um padrão

Somente dois professores, Fernando e Cristina definem o erro como **fazendo parte do processo de aprendizagem**. Fernando, por exemplo, fala: "O erro não pode ser uma coisa absoluta. No contexto de ensino, o erro faz parte do processo de aprendizagem." Já Cristina diz:...”o erro faz parte do ensino. Se o aluno não mostra isso, você não tem chance de elucidar, de melhorar o que já foi dito ou ensinado. Acho que o erro tem que ser trabalhado.

A definição do erro como **desconhecimento** de conceitos e **falha de observação** aparece na fala de Dulce: "O erro em sala de aula, é o desconhecimento de determinadas teorias, determinados conceitos ou determinadas práticas". E ainda: "O erro ocorre quando não observamos direito. Esse é um erro de sensibilidade." Denotando uma predominância dos sentidos para o conhecimento.

Nota-se na segunda parte de sua fala o privilégio dado aos sentidos, a idéia de que se o professor mostra, o aluno não pode deixar de ver.

A **intuição** do aluno é mencionada como definição de erro constantemente relacionada ao senso comum. Este surge como elemento determinante na elaboração dos conceitos na fala de Marcos e Lia. Esta nos diz: "...coisas que o aluno cristaliza em função de um erro do cotidiano."

Renata recusa-se a definir o erro: "...errar, eu nem quero definir,... porque quando você define, deixa de analisar vários pontos...". Isto nos parece ser uma tentativa de abarcar todos os aspectos de um assunto e assim não haver um comprometimento com o que está sendo definido..

O professor Marcos ao ser questionado sobre o erro, comporta-se diferentemente do resto da amostra ao se colocar como agente do errar.

## Causas do erro do aluno

A resposta mais frequente refere-se ao **senso comum**. Indicando, talvez que a construção deste se faça na relação interpessoal do sujeito e "seu mundo". Vários sujeitos assim se posicionaram: Ronaldo, Sebastião, Marcos, Lia, Cristina, Walmir e Eduardo.

Elucidamos isto, com a seguinte expressão de Lia: "...São coisas que fazem parte do dia a dia do aluno, mas ele não pensa ..." ou ainda "...o aluno traz, a partir do cotidiano dele, idéias, concepções que do ponto de vista da Física são diferentes."

Alguns professores, Cristina, Marcos, Fernando, Lia e Valdemar mencionaram a falta de **embasamento teórico** do aluno como causa do erro (ou mesmo o embasamento errôneo) como sendo impecilho ao novo aprendizado,

dificultando a aquisição de um novo conteúdo científico e possibilitando a ocorrência de novos erros. A causa do erro é então colocada fora do processo vivenciado pelo professor e aluno. Assim nos diz Cristina: "...o aluno chega ao segundo grau sem saber fazer contas direito. Eu tenho que ensinar potências, tudo o que facilite o entendimento da Física."

Lia no entanto aponta para a falta de embasamento teórico de antigos professores dos alunos: "...os professores primários que não tem embasamento, acabam passando isto (os erros) para os alunos".

Somente Dulce comentou que a **falha do professor** seria causa de erro no aluno: "...A gente tem que ter muito cuidado quando coloca para os alunos os conceitos que terão desenvolvimento em Física, porque senão.."

### Causas do erro do professor

Um número expressivo de sujeitos, Sebastião, Dulce, Ronaldo e Walmir relaciona este erro ao **embasamento teórico** (em Física), Walmir menciona: "...Acho que os professores de Física tem uma formação muito fraca no sentido de experiências."

Ao contrário de Marcos, esses professores falam do erro de uma forma impessoal. São os professores de Física que têm formação muito fraca. e essa fraqueza está nas experiências, mostrando mais uma vez a extrema importância dada à experimentação.

Duas professoras Dulce e Lia apontam para uma **falha na estratégia** do professor como causa do seu erro. A primeira nos diz: "...o professor erra na maneira de colocar uma verdade". A **condição humana** surgiu na fala de Lia e Cristina como um fator explicativo da "falha" do professor, a primeira diz: "...o professor erra até por conta de ser humano". Nota-se que esta resposta ameniza a ocorrência do erro no professor, coisa que não ocorreu com relação aos erros dos alunos.

Walmir e Valdemar dizem que o erro do professor acontece porque ele é aprendiz e isto faz parte do processo de aprendizagem. Assim diz Valdemar: "...o professor erra na medida em que está agindo...na medida em que está sempre aprendendo".

### Causas da persistência do erro no aluno

Como causa da persistência do erro no aluno, a maioria dos professores entrevistados, Walmir, Ronaldo, Dulce, Sebastião, Fernando, Lia e Eduardo, apontam o **senso comum**, como algo que as pessoas tendem a repetir porque lhes parece familiar.

Ronaldo diz: "...Passado algum tempo como ele não internalizou, o teu certo vai embora e o dele floresce" que seguramente foi induzido pelo senso comum e que possui uma força muito grande.

O **instrumental falho** do professor que aparece como causa da persistência do erro é entendido como se a escolha de materiais utilizados pelo professor em sua sala de aula fosse inadequada para auxiliar a compreensão de novos conceitos ou de desestruturação de idéias prévias. Notamos isto na fala de Marcos, Lia e Sebastião, sendo que Lia diz: "...os instrumentos que criei e o tempo que dei não foram suficientes para ele 'clicar', ou seja, para ele construir o conhecimento dele..".

A idéia da **maturação** apareceu na fala de Cristina e Lia. A primeira comenta: "...às vezes, o aluno não está maduro para aquele conhecimento".

Alguns dos professores, Marcos e Valdemar, apontam como sendo **problemas psicológicos** tudo o que se refere às questões do dia-a-dia que desestabilizam um sujeito, impedindo ou dificultando o processo de aprendizagem. Marcos diz: "... Pode ser que ele esteja com algum problema psicológico, que esteja bloqueando-o naquele momento, algum problema em casa, a mãe, o pai...". É interessante notar que neste momento o professor olha o aluno respeitando sua subjetividade.

### Solução do erro: Visão do Professor

A maneira pela qual os professores vêem o erro dos seus alunos aponta para uma solução do mesmo. Muitos deles comentaram que o erro deve ser "**trabalhado**", mas o significado do termo trabalhar apresentava diferentes conotações.

Assim, o termo trabalhar aparece em Fernando, Renata, Lia, Sebastião e Marcos com a idéia de uma continuidade entre o velho e a novidade como, por exemplo na fala de Fernando: "...o erro faz parte do processo de aprendizagem. O erro tem que ser contextualizado...Você jogar isto fora de imediato, talvez, não seja interessante. Talvez, você possa a partir daí, de um erro, trabalhando-o, chegar a um conceito mais elaborado."

Outros professores: Lia, Cristina, Walmir, Eduardo, Dulce, Sebastião e Ronaldo usam o termo "trabalhar" com uma visão de ruptura que se expressa com os termos: destruir, atacar, remover, quebrar, apagar, etc. Como diz Ronaldo: "...Corrigir é muito mais difícil do que ensinar. Mas, acho que com exemplos bem claros, você consegue apagar isso (o erro) aí."

Lia e Sebastião transitam nas duas visões, este último ao mesmo tempo que apresenta as palavras "reformulado", "contextualizado", com sentido de reelaboração de conceitos (apontando para uma continuidade) diz "...aí você tem que tentar trabalhar este conceito que ele adquiriu, na tentativa de reformular esta idéia", e mais adiante: "...O que eu tento fazer é mostrar para os alunos que estas coisas (os conceitos que eles têm é que não estão de acordo com a Ciência oficial) não são construídas a partir do nada. ...tentar contextualizar esses conceitos dentro de uma coisa mais geral que é a História da Ciência"

O único professor que apresentou um discurso baseado na ruptura e na continuidade de uma forma simultânea e integrada, foi Fernando. É importante notar

que ele trabalha na área da Divulgação Científica, capacitando professores, produzindo módulos experimentais de ensino, não atua em turmas formais no ensino de Física.

### Solução do erro: estratégias do professor

As estratégias pensadas pela maioria dos professores a fim de solucionar um erro, referem-se tão somente à realização de **experiências**. Fernando, Ronaldo, Cristina, Valdemar, Renata e Marcos, como nos diz Cristina: "...o erro tem que ser trabalhado com experiências, o aluno visualizando o conteúdo, tendo a chance de experimentar, descobrir." O valor dado à experimentação é tão grande que podemos interpretar que para esses professores é que somente ela pode reger a mudança conceitual ou o aprendizado.

As **experiências aliadas à teoria** aparece na fala de Lia, Walmir, Dulce, Sebastião, assim: "...demonstração prática e falando com eles sobre o conteúdo".(Dulce).

A **autoridade científica** e a **do professor** também são utilizadas como estratégias, e aparecem nos discursos de Marcos e Sebastião, "...não deixo de usar um pouco da autoridade do cientista...uma pessoa que fez várias experiências, que argumentou sobre aquilo e verificou que o pensamento anterior estava um tanto ou quanto não condizente com a realidade, deve ser levado em consideração."(Marcos)

## CONCLUSÕES

Durante a análise dos primeiros dados o que nos chamou à atenção foi a dicotomia apresentada quanto à definição e a visão do professor na solução do erro. Isso nos remete às dificuldades que residem na efetivação da mudança conceitual tanto à nível discente quanto docente. Existem professores que estão no processo de mudança conceitual quanto à sua postura diante do erro, e conscientemente se dão conta de que suas respostas são muitas vezes contraditórias, demonstrando estarem vivenciando um conflito. Outros parecem conviver bem com idéias dicotômicas., indicando que talvez estejam num estágio de mudança conceitual tal como apontado por Villani "*...Às vezes um mesmo cientista é capaz de operar simultaneamente com idéias novas e com as antigas, mostrando que para elaborar as primeiras não é necessário abandonar as outras, pelo menos durante um bom período de tempo.*" (Villani, 1990).

## BIBLIOGRAFIA

LAJONQUIÈRE, L. -" De Piaget a Freud: - A Psicopedagogia entre o conhecimento e o saber, " Petrópolis, Vozes, 1992.

SANTOS, M. E. V M. - "Mudança Conceitual em Sala de Aula - Um desafio pedagógico, Lisboa, Livros Horizonte, 1991.

VILLANI, A. - "A Mudança Conceitual no ensino de Física: um objetivo ou utopia?" in Moreira, M.A. e Axt, R. (organizadores) - Atas do III Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciência, Porto Alegre, SBF, 1990.

## ANEXO: PROTOCOLO DA PRIMEIRA ENTREVISTA

- 1) O que você espera do Curso de Especialização em Ensino de Ciências?
- 2) Qual o significado do termo errar para você? O que é o erro?
- 3) Cite um erro de Física cometido por seus alunos em sala de aula.
- 4) Alguns alunos pensam que os corpos flutuam na água porque são leves. Por que esses alunos erram?
- 5) Que solução você dá para enfrentar esses erro?
- 6) E se depois disso o aluno continuar persistindo no mesmo erro?
- 7) O que você pensa dessa frase: "O professor não erra, se engana"?
- 8) Você gostaria de falar sobre mais alguma coisa?

O protocolo da segunda fase são as seguintes:

### a) Gerais:

- 1-Como você entende a participação das concepções alternativas no processo de construção do conhecimento, isto é, na mudança conceitual?
- 2-O M.C.A. tem mostrado que estas são muito resistentes ao ensino, por exemplo, como o aluno colocar F (força) na direção do movimento. A que voce atribui esta persistência?
- 3-Muitos profs. falaram em "trabalhar o erro do aluno". O que você entende por "trabalhar o erro"?
- 4-Alguns professores entendem que as concepções alternativas devem ser "destruídas", "afastadas", "atacadas". O que você pensa desta posição?
- 5-O M.C.A. tem mostrado o quanto é difícil para o aluno realizar uma mudança conceitual. Daí alguns professores pensarem ser mais fácil ensinar um assunto sobre o qual seus alunos **"não tenham nenhuma idéia prévia"** e dizem textualmente que: "...é mais fácil ensinar coisas novas do que corrigir uma idéia errada". Você concorda?
- 6-Alguns professores, tentando se encaixar dentro de uma perspectiva construtivista, dão nota máxima aos alunos, mesmo quando estes expressam idéias historicamente ultrapassadas. O que voce acha disso?

**b) Específicas:**

Fernando:

1-Que semelhanças (ou diferenças) você aponta entre o seu trabalho (cofeção de módulos) e o ensino formal?

Lia

1- Pelo o que você falou sobre a sua prática (experiências, relatórios, correção dos relatórios, novas experiências e argumentação). Como você lida com o número de alunos e o fator tempo?

2- Por que a sua preocupação com a parte de bibliografia de conteúdos, de práticas?

3- Você falou em continuidade de conceitos, mais adiante diz que "é necessário "quebrar", "destruir", a concepção do aluno". Você poderia explicar melhor?

Ronaldo

1-O que você quis dizer na sua outra entrevista sobre "corrigir é mais difícil que ensinar"? Dá pra você explicar melhor?

Sebastião

1-De que forma a "reformulação/contextualização" de um conceito aceita a "destruição" do mesmo?

Valdemar :

1-A que você atribui um aluno ter passado pela experiência e continuar errando?

Dulce

1-O que você quis dizer com "desmistificar" o erro? Será que a observação prática dá conta dessa "desmistificação"?

Renata

1-Você mencionou na outra entrevista que uma forma de solucionar os erros seriam as experiências. Se o aluno mantiver o seu erro após ter vivenciado tais experiências, a que podemos atribuir estes fatos?

Eduardo

1-Explique pra gente por que você pensa que os alunos confundem as unidades de tempo e espaço?

2-Você acha que sendo da área tecnológica exclui o conhecimento de Pedagogia?

---

**Habilitação em Física (Resolução 30/74) na Universidade Federal do Acre - Uma Proposta - Passos, A.M.F.; Santos, F.E.A.; Oliveira, J.C.S.; Peroso, L.E.; Rocha, M.O.**

---

Embora existam professores atuando em Física, na Universidade Federal do Acre (UFAC), desde meados da década de setenta, a atuação desses professores, por uma série de motivos, e, sobretudo, devido a inexistência de um projeto de trabalho, foram sempre caracterizada pela dispersão das ações e sub aproveitamento das suas potencialidades. A preocupação desses professores com tal situação foi aumentando no decorrer de um processo que leva ao esgarçamento das atividades acadêmicas no interior da UFAc; sobretudo, a partir de 1985 quando se observa a evasão de docentes e as dificuldades encontradas na recomposição de quadros e, mais recentemente, na gradativa tomada de consciência dos professores sobre os problemas enfrentados pela rede pública com a falta de pessoal qualificado em Física. Nesse pormenor, basta citar que dos cinquenta professores que atuam na rede de ensino em todo o Estado, apenas um é graduado em Física. A situação crítica da Física no interior da universidade, de um lado, e o quadro singular do ensino da área na rede pública, de outro lado, levou a que esses professores, em trabalho conjunto com alunos, assessores do departamento de educação e colegas de Química, procurassem alternativas para a superação desse quadro. Uma série de discussões iniciadas há muito tempo foram amadurecidas, chegando-se a conclusão que, sem a criação de um curso de Física, na forma de habilitação ao curso de Ciências, a equipe não conseguiria constituir-se como corpo acadêmico dentro da UFAc; o curso poderia vir a ser, portanto, uma espécie de "catalizador" das ações dos professores dessa área. Chegou-se ao consenso, também, que não bastaria apenas elaborar, burocraticamente, uma grade curricular e propor, através dos órgãos competentes, a criação e implementação do referido curso; se fazia necessário a proposição de estratégias que levassem, também, à dinamização da área de Física em diversos níveis. Sem esse duplo objetivo a criação e implementação do curso de Física, de um lado, e a dinamização da área, de outro, correr-se-ia o risco de, no futuro, contemplarmos a "asfixia" do curso pela falta de oxigenação oriunda das ações da área e vice-versa. Tais preocupações foram sistematizadas ao longo de 1993 e corporificadas no documento intitulado "UMA PROPOSTA DE AÇÃO PARA CRIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DAS HABILITAÇÕES EM FÍSICA E QUÍMICA E DINAMIZAÇÃO DAS ÁREAS CORRESPONDENTES", publicado, em versão preliminar, em janeiro de 1994. Posteriormente, tal documento seria complementado pelo que denominou-se "PROPOSTA EDUCACIONAL", este último apresentado em seminário, em dezembro de 1994, ainda não divulgado.

Tomando como objetivos centrais da equipe de professores de Física a criação e implementação do curso e, concomitantemente, a dinamização da área, decorreu naturalmente a necessidade de buscar alternativas que viabilizassem, de maneira orgânica, tais propósitos. A equipe de trabalho do referido projeto concluiu, depois de debates e leituras que, por exemplo, se fazia necessário desmistificar, concreta e ideologicamente, a idéia subliminarmente disseminada no interior da universidade segundo a qual haveria uma certa antinomia entre licenciatura e pesquisa. Entendido os motivos dessa pretensa antinomia e as causas de sua justificação, julgou-se importante a viabilização de pesquisas acadêmicas no interior da licenciatura, não apenas para o cumprimento de uma meta burocrática e sim como atividade orgânica a vida acadêmica do graduado. Surgem novos problemas: como fazer da pesquisa, e não só, atividades orgânica no interior do curso se, nos marcos da estrutura da universidade brasileira, os órgãos que determinam a política de pesquisa e ações de uma determinada área são os departamentos que, por conta dessa mesma estrutura, se encontram, burocrática e academicamente, distanciados dos cursos? Esse distanciamento entre as duas instâncias tem levado a que o alunado se veja na condição de "pedinte" ao desejar fazer pesquisa, quando tal atividade, a se manter a coerência nas críticas que se faz à baixa produção acadêmica da universidade brasileira, deveria ser encarada como inerente à vida acadêmica do aluno. Como alternativa de solução à essa questão, ou seja, a de como fazer da pesquisa uma atividade orgânica do e no curso, a equipe do projeto propõe, dentre outros, a viabilização de arranjos burocráticos entre o curso e a área, através dos quais se poderia articular uma melhor gestão da política de pesquisa entre as duas instâncias (área, curso). Tais arranjos inclui, dentre outras, a viabilização e implementação do chamado núcleo de pesquisa que, numa espécie de "ajuste fino", seria o responsável pela delimitação de uma política, cuja natureza seja orgânica a área e curso. Claro que isto exigiria passos complementares tal como, a de tornar obrigatória, por exemplo, a atividade de pesquisa dos professores a serem contratados para o atendimento dessa demanda no curso de Física.

Outro ponto muito discutido foi o de que tipo de pesquisa priorizar dentro do Estado do Acre e nos limites das possibilidades de trabalho encontradas na região. Duas grandes linhas foram elencadas como sendo prioritárias: FONTES DE ENERGIA e ENSINO DE FÍSICA. Não chegou-se a definir, exatamente, o que pesquisar dentro dessas duas grandes linhas, a delimitação preliminar dos campos de atuação deverão ocorrer ao longo de 1995. Sabe-se, contudo, que a primeira delas oferece grandes possibilidades de atuação com a participação, inclusive, de outras áreas e órgãos sediados no Estado tais como Instituto de Meio Ambiente do Acre (IMAC), Fundação de Tecnologia do Acre (FUNTAC), Conselho Nacional de Seringueiros (CNS) etc. A segunda é prioritária, também, não só porque poderá potencializar a melhoria da qualidade do ensino da Física no Estado mas porque um dos propósitos do projeto é o de assumir, de fato e não apenas de direito, a FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE FÍSICA como pressuposto básico. Nesse

## Comunicações Orais

contexto, as ações e estudos voltados para o ENSINO DA FÍSICA, reforçam tal propósito e, concomitantemente, a ligação do curso proposto e a rede de ensino de 1º e 2º graus.

Além dos pontos levantados, um outro que mereceu bastante atenção foi o de como fomentar a socialização do conhecimento e o exercício da crítica no interior do curso. Muito se têm dito sobre a necessidade de se viabilizar a formação do cidadão crítico, capaz de propor alternativas para a sociedade etc. Entretanto, uma olhada na organização curricular dos cursos de graduação nos mostra a quase inexistência de espaços para o exercício da crítica, quando existem, assumem, com poucas exceções, conotações eminentemente burocráticas, aparecendo à margem da dinâmica dos cursos. Tal é o caso, por exemplo, das reuniões de colegiados de curso onde se discute muito sobre jubramento, transferência de alunos, solicitação de vagas etc., e muito pouco sobre os problemas do ensino de graduação, perfil do futuro profissional, avaliação, etc. Uma das alternativas encontradas pela equipe de trabalho para o fomento à socialização de conhecimentos e exercício da crítica, foi a de procurar incluir no interior da organização curricular momentos de interação coletiva de professores, alunos e funcionários em torno de: PLANEJAMENTO, GESTÃO, AVALIAÇÃO; SEMINÁRIOS; EXTENSÃO; e PESQUISA. Tais atividades deverão alternar-se nas semanas do período letivo, ao longo do curso, devendo constituir-se em fóruns apropriados para o exercício da crítica e interação entre os agentes do processo (alunos, professores, funcionários). A ordenação desses momentos deverá, evidentemente, passar por discussões e planejamentos pré estabelecidos.

Os arranjos burocráticos/acadêmicos, necessários a viabilização dos propósitos da equipe de trabalho, como se pode deduzir, situam-se em diversos níveis e exigirão mudanças de postura no que tange ao horizonte acadêmico das ações e no que se refere aos papéis sociais a serem desempenhados por professores, alunos e funcionários enquanto trabalhadores e sujeitos do processo. Nesse pormenor, julga-se que sem a participação desse segmentos, através de diversos mecanismos apontados nos documentos, não se poderia afirmar que, de fato, o projeto estaria contribuindo para a FORMAÇÃO DE PROFESSORES, no sentido que se atribui a esse conceito. Por conta disso, a equipe de trabalho têm se defrontado com uma série de desafios ao longo desses dois anos de leitura e discussões. Não se sabe muito bem, por exemplo, como viabilizar, sem cair no reducionismo tecnológico, a articulação do conhecimento formal e universal com a realidade material e social. De outro lado, pairam dúvidas sobre qual seria a duração, turno e natureza burocráticas (pleno ou habilitação) no curso que melhor expressaria os propósitos da PROPOSTA EDUCACIONAL, embora tenha sido enviado aos órgãos competentes o projeto de criação e implementação de uma habilitação em Física, a funcionar no período noturno. Apesar desses desafios a equipe de trabalho têm encontrado um terreno fértil para discussões e interlocuções; nesse sentido a margem de manobra disponível se deve, entre outros, a inexistência de um DEPARTAMENTO DE FÍSICA. Tal quadro tem permitido o

vislumbre e a possibilidade de se estruturar um departamento que, sem perder sua especificidade, seja também orgânico aos propósitos delineados nos documentos citados.

O conjunto de proposições até aqui discutidos, e outros ainda não explicitados, pela exiguidade do espaço disponível, encontram-se disseminados nos documentos "UMA PROPOSTA DE AÇÃO PARA A CRIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DAS HABILITAÇÕES EM FÍSICA E QUÍMICA E DINAMIZAÇÃO DAS ÁREAS CORRESPONDENTES" e no seu complemento: PROPOSTA EDUCACIONAL. No primeiro destes documentos estão elencados as necessidades de recursos humanos e materiais para a viabilização da proposta. Ali prevê-se, inclusive, a construção de uma OFICINA DE MANUTENÇÃO, CRIAÇÃO E PRODUÇÃO DIDÁTICA, estrutura fundamental na política de interação entre o curso e a rede pública de ensino do Estado do Acre.

---

**Curso de Licenciatura em Física com Abordagem Problematicadora - Barreto, C.L.; Borba, G.L.; Fernandes e Silva, C.M.L.; Ferreira Neto, J.; Jafelice, L.C.; Pernambuco, M.M.C.A.; Pessoa, L.G.P.; Santos, M.S.; Skeete Jr., A.W.**

---

O Departamento de Física da UFRN vem desenvolvendo os preparativos necessários à implantação de um Curso Noturno de Licenciatura em Física a partir do primeiro período letivo de 1995. Uma equipe de professores e alunos dos Departamentos de Física e Educação vêm delineando esse processo de implantação visando principalmente construir a fundamentação metodológica do mesmo, à qual será posteriormente submetida à apreciação dos mencionados Departamentos. Este trabalho servirá para sintetizar para a comunidade o estágio das discussões e conclusões da equipe até o final de 1994. A proposta consiste em nortear o Curso por uma abordagem problematicadora, como expressão do princípio da indissociabilidade entre conteúdo e método. Uma das nossas preocupações centrais é a incorporação dos resultados de pesquisas em Ensino de Física na organização do currículo do novo Curso. Também discutimos criticamente propostas postas em prática por outros Cursos de Licenciatura em Física. Tratamos ainda das implicações da assumida abordagem na estruturação dos programas e ementas das disciplinas, bem como na prática em sala de aula e no laboratório. Finalmente, desenhamos nossa expectativa acerca de atitudes e características inerentes aos professores dos Departamentos de Física e Educação principalmente, mas também de Matemática e Química, na qualidade de docentes nesse Curso de Licenciatura, bem como as características básicas do profissional - Licenciado em Física - que queremos formar.

---

**Ensino de Ciências no 1º Grau: em Questão, a Formação Continuada dos Professores que Atuam nas Séries Iniciais - Machado, R. C. D.**

---

Sabemos que o ensino de ciências como um todo carece de mudanças profundas e urgentes. Dentro dos moldes tradicionais como ele vem sendo ministrado nas escolas, em muito pouco tem contribuído para proporcionar ao aluno, numa dimensão mais ampla, uma visão mais real de mundo. Não há mais como admitir que a ciência seja apresentada ao aluno como vem sendo, ou seja:

- ⇒ na forma de questionário ou ponto a ser memorizado para a prova;
- ⇒ na perspectiva do livro didático, que entre outros inconvenientes, limita o campo de estudo do aluno porque não acompanha as conquistas da ciência, camufla a realidade, é extremamente ideológico, preocupa-se mais como o aspecto mercadológico do que com as inovações metodológicas;
- ⇒ como um conjunto de conhecimentos verdadeiros e acabados;
- ⇒ permeada de misticismo e magia;
- ⇒ sem que se questione o seu aspecto negativo, privilegiando apenas o seu lado positivo;
- ⇒ desvinculada do contexto social/político/econômico portanto
- ⇒ neutra e a-histórica;
- ⇒ com experimentos isolados das observações cotidianas do aluno ou servindo apenas como ilustração de aula;
- ⇒ onde os conhecimentos do dia-a-dia do aluno sejam ignorados.

É comum nos depararmos nas escolas, cujos professores ainda não conseguiram avançar em ciências, com duas fases bem distintas: a primeira, do ensino do corpo humano dividido em “cabeça, tronco e membros” e dos “animais nocivos e úteis ao homem” e, mais recentemente, já na década de 80, a ciências do “preserve a natureza” motivada pelo apelo ecologista da mídia nestes últimos anos. Neste segundo caso com abordagens superficiais, mesmo porque pouco se sabe nas escolas a respeito apenas com desenhos de árvores coloridos pelas crianças.

Nosso foco de análise serão as séries iniciais do 1º grau, por considerarmos de fundamental importância que a elas seja dedicada atenção especial, uma vez que aí se darão os primeiros contatos da criança com os conceitos cientificamente aceitos. Na maioria das vezes esse contato se dá tendo como mediadores professores que também não dominam tais conceitos. De um modo geral as crianças têm um convívio bem espontâneo com os fenômenos naturais presentes no seu dia a dia, por eles nutrem curiosidade, interesse e admiração, apesar de não compreendê-los. Ao ingressarem na escola, devido ao despreparo da maioria dos professores, vítimas do descaso com que a educação vem sendo tratada, ciências passa a ser considerada chata, enfadonha, desinteressante e até mesmo repugnante.

**\*Professora de Ciências da Rede Municipal de Ensino de Curitiba e da Rede Estadual de Ensino do Paraná, à disposição da SEED/PR,**

**Departamento de Ensino de 1º Grau, Equipe de Ensino de Ciências. Licenciada em Ciências Biológicas. Especialista em Educação Básica de 1º Grau e em Educação de Adultos. Mestranda em Educação na UNICENTRO/UNICAMP, Guarapuava-Pr.**

As observações que as crianças fazem durante as brincadeiras, os conceitos que constroem nas relações com outras crianças e com os familiares, parecem não ter significado nenhum durante as aulas, é como se de repente a ciência da professora fosse uma e a da vida fosse outra.

Na tentativa de dar ao ensino de ciências um novo rumo, as instituições de ensino, principalmente públicas, não têm medido esforços nas reformulações de currículos cristalizados e que não mais se adaptam ao momento atual. Uma das conseqüências desses currículos é o fato da escola ainda não estar apresentando ao aluno a ciência do século XX. Essas reformulações ganham corpo após 1982, devido à abertura política proporcionada pela entrada no poder de governadores cujas propostas de governo eram mais progressistas.

Entretanto, apesar desses esforços, não estão acontecendo mudanças significativas com relação ao ensino de ciências. Os professores, de um modo geral não estão preparados para implementar tais currículos por falta de subsídios que permitam compreendê-los; e aos professores de 1ª a 4ª faltam principalmente os conteúdos. O que é uma pena, pois esses professores são bastante suscetíveis a essas mudanças. Sendo assim, a questão que se coloca é com relação não só à formação (2º ou 3º graus), mas principalmente a um bom programa de formação continuada de professores. Entendemos por formação continuada a profissionalização/atualização dos professores que já atuam nas escolas, portanto que já concluíram o 2º grau (magistério) ou 3º grau.

Os cursos de formação para o magistério em nível de 2º grau têm sido apontados como precários, tanto nos conteúdos específicos da ciência quanto nas disciplinas pedagógicas que deveriam dar conta da metodologia adequada a este ensino, além da lacuna que fica no que se refere à filosofia e história da ciência. Por outro lado os cursos de licenciatura nas ciências em nível de 3º grau, também têm sido precários nas disciplinas pedagógicas e, muitas vezes até, nas de conteúdo específico. Por último o curso de pedagogia, onde se formam muitos dos professores que atuam de 1ª à 4ª séries, também tem sido apontado por pesquisadores como insatisfatório tanto no que concerne aos conteúdos específicos das áreas quanto nas disciplinas pedagógicas.

Vale dizer que de acordo com os dados fornecidos pela Fundepar, referentes ao ano de 1991, dos 18.206 professores que atuam de 1ª à 4ª na Rede Estadual do Paraná, 8380 possuem somente escolarização até o 2º grau, ou seja, 46%. Não dispomos de dados que nos indiquem a formação dos 54% dos professores restantes. Se tomarmos como base os dados fornecidos pela Secretaria Municipal da Educação de Curitiba, teremos como fazer uma projeção.

## Comunicações Orais

A Rede Municipal de Ensino em Curitiba conta com 5.495 professores atuando de 1ª a 4ª, sendo 4.071 apenas com formação até o 2º grau, ou seja 74%. Do total de professores somente 1,2% tem formação em alguma área da Ciência e 16% são formados em pedagogia.

Se os cursos de formação de professores estão deficientes a ponto de se precisar oferecer a eles cursos de **capacitação**, não teremos nas escolas os avanços necessários com relação às aulas de ciências, a não ser que se dê aos programas de formação continuada a devida atenção.

Antes de apresentarmos nossa proposta para formação continuada dos professores, é oportuno que se deixe bem claro que tipos de ensino de ciências se pretende, assim saberemos para onde direcionar esforços.

Os objetivos do ensino de ciências nas escolas sofrem alterações conforme o momento político e econômico vivido pelo país e com base nas diretrizes fornecidas pela ideologia vigente, são escritos os currículos que deixam explícitas a finalidade e também a forma de se ensinar.

Para a Profª. Myriam Krasilchik(1992), fazem parte do debate que visa analisar as finalidades deste ensino, duas vertentes:

- ⇒ uma primeira que considera não só o papel atribuído às disciplinas científicas no currículo escolar, no que se refere à formação do homem comum, capaz de contribuir para a melhoria da qualidade de vida, mas que também atue na formação de quadros das diferenças existentes entre os países desenvolvidos e um país de terceiro mundo como é, hoje, o Brasil.
- ⇒ numa segunda vertente, que focaliza os processos do ensino das ciências, há necessidade de um mapeamento das tendências preponderantes para explicar a aprendizagem e suas conseqüências para atuação dos docentes nas salas de aula.

Com relação à primeira vertente há que se deixar evidente a importância da existência de um forte vínculo entre a formação do homem comum e a do cientista e tecnólogo. No primeiro caso que se forme um cidadão consciente, crítico e que livre de credulidade, saiba compreender e explicar a realidade onde se insere e seja capaz de tomar decisões que venham a proporcionar-lhe melhoria na qualidade de vida. No segundo caso, que tenhamos cientistas e tecnólogos também conscientes e críticos para não cairmos no erro de formar um homem que não consiga compreender o seu tempo, ou seja, um profissional robotizado e incapaz de entender que a ciência precisa ser socializada, pois trata-se de um bem da humanidade.

Quanto à segunda vertente apontada anteriormente, vai ao encontro dos propósitos do nosso trabalho, por referir-se à atuação dos docentes com vistas às finalidades propostas para o ensino de ciências.

Na busca do cidadão e profissional consciente e crítico, acreditamos num ensino de ciências que supere o modelo transmissão/recepção, e passe a adotar abordagens construtivas, onde se procure promover mudança ou evolução conceitual,

transformando ou substituindo concepções ingênuas por outras cientificamente aceitas.

Para que o professor possa, entretanto, promover mudança ou evolução conceitual em seus alunos é preciso que ele esteja preparado. Para isso, é necessário que haja um programa de formação continuada uma proposta possa também promover mudança ou evolução conceitual na função docente, onde concepções de ensino de ciências ultrapassadas possam ser substituídas por outras mais eficientes e significativas.

Para Posner e colaboradores (1988), a Mudança Conceitual pode ocorrer de duas formas: **assimilação ou acomodação**. No primeiro caso há no sujeito um acréscimo de novas concepções pelo seu desenvolvimento pessoal e contato com outras pessoas, ou pela reorganização das concepções já existentes desafiadas por um nova, ou ainda pela rejeição às concepções já existentes através do confronto entre velhas e novas idéias.

Segundo tais autores, a promoção de Mudança Conceitual por acomodação, que significa substituir uma concepção prévia por idéias cientificamente corretas, implica em:

- I. insatisfação com os conceitos prévios a fim de que o sujeito possa alterá-los
- II. compreensão da nova concepção, que ela seja inteligível para o sujeito.
- III. que a nova idéia lhe seja plausível.
- IV. que a nova idéia lhe seja frutífera, ampliando seu campo de conhecimento.

Entretanto, segundo Giordan (in Schnetzler, 1992), para que haja insatisfação com uma idéia prévia, é necessário que o sujeito se sinta em **conflito**, com dúvida em relação a esta idéia para buscar outras mais pertinentes. Assim, enquanto o professor achar que não precisa mudar, não o fará.

Com base nestes pressupostos, os cursos esporádicos de “capacitação” de professores feitos sem que haja um acompanhamento do processo ensino/aprendizagem no âmbito escolar deixam de ter validade, haverá no máximo assimilação de alguns conceitos.

O que queremos propor como de fundamental importância para a melhoria do ensino de ciências é a presença, na escola, do coordenador de área que possa acompanhar e/ou assessorar o trabalho dos professores, em pequenos grupos, onde suas concepções sobre a função docente possam ser colocadas em conflito. Com um trabalho nestes moldes poderíamos atender ao que Carvalho e Gil (1993) propõem como requisitos básicos na formação de professores de ciências, embora tenhamos clareza de que, no nosso caso, pretendemos trabalhar com professores que não possuem formação na área. Segundo esses autores é necessário que o professor:

1. Rompa com visões simplistas sobre o ensino de ciências.
2. Conheça a matéria a ser ensinada.
3. Questione as idéias docentes de “senso comum”.

## Comunicações Orais

4. Adquirir conhecimento teórico sobre a aprendizagem das ciências.
5. Saiba analisar criticamente o “ensino tradicional”.
6. Saiba preparar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva.
7. Saiba dirigir o trabalho dos alunos.
8. Saiba avaliar.
9. Adquirir a formação necessária para associar ensino e pesquisa didática.

Isto somente será possível num trabalho na escola, onde os professores reunidos em grupos e assessorados pelo coordenador, tomam como ponto de partida para seus estudos os problemas que enfrentam no dia-a-dia da sala de aula. Definem as estratégias para o trabalho e trazem os resultados para discussão no grupo onde servirão de subsídio para programar os próximos encontros.

Nos grupos poderão ser desenvolvidas as seguintes atividades:

- discutir sobre as necessidades formativas dos professores de ciências;
- selecionar material para enriquecimento do grupo tanto concernentes à fundamentação teórica (filosófica, histórica, metodologia) como aos conteúdos específicos da ciência;
- selecionar e planejar atividades tais como: filmes, experimentos, passeios, pesquisas, dramatizações, etc;
- discutir sobre formas de se levantar as concepções prévias dos alunos;
- discutir sobre formas de se colocar o aluno em conflito, isto é, insatisfeito com suas concepções prévias;
- selecionar e/ou elaborar textos e atividades para os alunos, que os levem a pensar e construir conceitos;
- criar formas de levar os alunos a estabelecer relações entre os conteúdos propostos com outros conteúdos e com o contexto sócio-cultural onde vive;
- discutir sobre os critérios que serão utilizados de modo definitivamente implementar nas escolas a avaliação diagnóstica, mais justa e democrática.

Para que possa assessorar os trabalho dos grupos, é imprescindível que o coordenador de área tenha, além de formação na área de ciências, um domínio razoável das disciplinas pedagógicas que viriam a contribuir nos estudos dos aspectos filosóficos, sociológicos, históricos e metodológicos vinculados ao ensino de ciências.

Um trabalho que vise promover mudança ou evolução conceitual nos professores que ensinam ciências de 1ª a 4ª, tanto no conteúdo como na forma, somente será possível em pequenos grupos, na escola, onde o professor possa ficar à vontade para expor as suas dificuldades e discuti-las com colegas, o que dificilmente ocorreria num grande grupo como os que se formam nos cursos. À escola caberia dar condições que viabilizassem o trabalho em grupos, assim como as atividades por eles propostas a serem desenvolvidas junto aos alunos.

Às mantenedoras, caberia, por sua vez, viabilizar a presença dos coordenadores nas escolas e para estes organizar encontros mais freqüentes com

consultores pois os coordenadores também precisarão estar em permanente estar em permanentemente aperfeiçoamento.

Um trabalho semelhante ao que estamos propondo, e que vem sendo desenvolvido numa escola estadual em Curitiba há 4 meses, tem nos demonstrado que os professores, aos poucos, estão vencendo suas dificuldades: convivendo melhor com a movimentação dos alunos na sala de aula, perfeitamente natural numa proposta em que o aluno tem participação ativa; aprendendo a pesquisar com seus alunos; aprendendo a trabalhar em grupo; despertando mais interesse por leituras; trabalhando melhor com seus limites de conhecimento do conteúdo; mostrando-se mais criativo e, principalmente, mais crítico; enfim, descobrindo a ciência através de uma forma de ensinar mais ativa.

### Referências Bibliográficas

- GIL-PEREZ, Daniel & CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. *Formação de Professores de Ciências, Tendências e Inovações*. São Paulo: Cortez, 1993. - (Coleção questões de nossa época; v.26).
- KRASILCHIK, Myriam. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. *Em aberto*. Brasília, 11(55), 1992. p.3-16.
- POSNER, G. J. et al. Acomodacion de un concepto científico hacia una teoría del cambio conceptual. *Construtivismo y ensemanza de las ciencias*. Sevilla: Diadas Editoras, 1988.
- SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Construção do conhecimento e ensino de ciências. *Em aberto*. Brasília, 11(55), 1992. p.17-22

---

**GAECIM-Grupo de Apoio ao Ensino de Ciências e Matemática no Primeiro Grau - Piubeli, U.G.; Rosa, P.R.S.; Gobara, S.T.**

---

O GAECIM é um grupo de professores da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul com especialização em ensino de Ciências e Matemática que, preocupados com as dificuldades encontradas pelos professores da rede pública de primeiro grau no ensino de Ciências e Matemática, propõe-se a auxiliar o trabalho do professor que leciona Ciências e Matemática da 1ª até a 8ª série.

O GAECIM (Grupo de Apoio ao Ensino de Ciências e Matemática no Primeiro Grau) teve sua origem na atuação de vários docentes da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) em cursos de formação de professores mantidos por essa universidade, dentro de um projeto mais global, financiando pelo FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação), chamado PROJETO DE INTEGRAÇÃO UNIVERSIDADE ENSINO BÁSICO. Esses cursos são oferecidos, durante o período de férias dos docentes da rede pública, estadual e municipal, em

várias localidades no interior do estado e também na capital. O objetivo geral desses cursos (chamados de Licenciaturas Parceladas) é o de fornecer formação de nível superior em várias áreas do conhecimento (Ciências, Matemática, Letras e Pedagogia) aos professores leigos atuantes na rede de primeiro e segundo graus.

A partir da sua atuação nesses cursos ficou claro aos profissionais da UFMS que a simples participação dos professores da rede nessas atividades não seria suficiente para proporcionar uma melhoria de médio e longo prazo na qualidade do ensino ministrado por esses docentes, ficando claro que haveria a necessidade de uma continuação no processo de formação desses professores que fosse além do término da Licenciaturas Parceladas.

O principal problema sentido pelos professores da UFMS foi o de que os docentes da rede, ao voltarem para o seu ambiente de origem, não teriam mais com quem falar e discutir temas das área onde receberam formação, caindo assim no isolamento em que se encontravam antes da realização dos cursos. Aliado a isso, deve-se registrar o estado de abandono de bibliotecas e laboratórios encontrados na grande maioria das escolas do Mato Grosso do Sul. Esse abandono praticamente inviabiliza a que o professor procure as informações necessárias ao seu fazer cotidiano e aprenda por conta própria. Além disso, o estado do Mato Grosso do Sul é caracterizado por grandes distâncias o que inviabiliza o deslocamento desse professor a outras cidades em busca de fontes bibliográficas.

Nesse contexto, alguns professores da UFMS decidiram criar um grupo de apoio especificamente para os professores que atuam nas áreas de Ciências e Matemática com algumas características que diferenciam o trabalho desse grupo em relação a outras propostas que vêm sendo desenvolvidas dentro da UFMS e mesmo em outras instituições. A primeira delas é que o trabalho é completamente interdisciplinar. O GAECIM é composto por professores dos departamentos de Física, Química, Biologia, Matemática e Educação. A segunda é de que o atendimento aos professores é feito totalmente à distância, através de carta. Não há atendimento pessoal. Uma terceira característica é que o atendimento do GAECIM parte, preferencialmente, de demandas individuais dos professores. Com isso quer-se dizer que respondemos apenas a questões formuladas pelos professores. É o que denominamos de demanda espontânea. Por outro lado, dado um conjunto de questões direcionadas para o mesmo conteúdo, o grupo pode vir a elaborar um texto que então é distribuído a todos os professores cadastrados. Não somos nós que dizemos ao professor o que ele deve perguntar mas respeitamos as suas necessidades e queremos servir como um ponto de apoio a ele. O GAECIM em hipótese alguma atua no lugar do professor, seja fazendo planos de aula, seja indicando conteúdos programáticos a serem desenvolvidos pelos professores. O nosso papel é ajudá-los. Uma vez que eles já tenham decidido pela inclusão de determinado conteúdo nos seus programas o que nos dispomos a fazer é fornecer subsídios para um melhor desenvolvimento do curso proposto pelo professor. Com isso, pretendemos incentivar o professor a olhar ao seu redor e procurar na sua realidade os assuntos que sejam mais interessantes para os

seus alunos. Outro fator importante derivado dessa atitude é que não nos tornamos uma muleta sem a qual o professor não consiga sobreviver. Por fim, mas não menos importante, é a exigência de uma participação ativa do professor. Para ser atendido pelo grupo esse professor deve se cadastrar preenchendo uma ficha de inscrição simples, mas que contém os dados essenciais para termos alguma idéia sobre quem é esse professor e em quais condições atua.

Sob o ponto de vista operacional o GAECIM funciona através de uma secretaria executiva composta por um professor, o coordenador do grupo, e um bolsista de extensão. Essa secretaria mantém um arquivo com as fichas dos professores cadastrados junto a grupo, correspondência recebida e enviada aos professores, controle de gastos do grupo, almoxarifado e distribuição das várias solicitações feitas ao grupo dentre os professores que compõe o GAECIM.

O GAECIM conta atualmente com aproximadamente 350 professores cadastrados, os quais se distribuem por 55 municípios (dentre 90 municípios) do Mato Grosso do Sul. Cabe aqui salientar que esse cadastramento começou apenas em agosto de 1994 devido à greve dos docentes das universidades federais. O perfil desses professores encontra-se na tabela abaixo.

| Curso   | Frequência percentual (%) |
|---|---------------------------|
| Sem curso superior                                | 20                        |
| Sem registro                                      | 9                         |
| Curso superior incompleto                         | 4                         |
| Ciências  | 18                        |
| Pedagogia   | 17                        |
| Biologia  | 10                        |
| Matemática  | 16                        |
| Química   | 2                         |
| Física  | 0,6                       |
| Outros cursos (Letras, economia, filosofia, etc.) | 8                         |

Atualmente o trabalho do grupo está em fase de avaliação tendo sido enviados questionários a todos os professores cadastrados. Os resultados dessa avaliação serão comunicados posteriormente.

---

**Programa de Capacitação e Elaboração de Textos por Professores de Física do 2º Grau - Souza, N.P.; Camargo, M.H.D. de; Orsini, S.; Ribeiro, J.A.**

---

Acreditamos que o registro da prática pedagógica, a sua análise com a identificação de seus pressupostos básicos e posterior reelaboração, realizados pelo próprio professor, pode constituir um dos elementos mais efetivos de um processo de capacitação.

Além disso, esse trabalho pode ter como produto um material escrito com certeza poderá constituir subsídios para a prática de outros. Foram essas as questões que nortearam o Projeto de Elaboração de Textos de Física, cujos resultados deverão ser publicados na revista Diário de Classe.

A análise dos produtos desse trabalho tem como condição prévia a identificação da sua natureza.

A intenção desde o início foi a elaboração de textos pelos próprios professores da Rede participantes do Projeto e de capacitação, textos que deveriam ter como marca fundamental a análise crítica da prática pedagógica, suas contradições, sua dificuldades, seu avanços e etc.

Acreditamos que uma publicação dessa natureza tenha mais chances de ir de encontro às necessidades dos professores da Rede. Além disso, pelo fato dos textos serem assinados por professores de 2º grau, essa publicação a nosso ver tem um

---

<sup>1</sup>Nesta tabela a soma percentual ultrapassa 100%, pois alguns professores apresentam mais que uma titulação.

mérito a mais, o de contribuir para a formação de uma nova concepção de professor, incorporando entre as suas funções a de investigador dos elementos de sua prática.

Não tínhamos de antemão uma metodologia de trabalho que nos levasse com certeza aos resultados desejados. Ela teve que ser construída ao longo do processo. Os temas surgiram das discussões realizadas nos cursos e eram definidos em função do seu potencial subsidiário. O autor surgia naturalmente, a partir do maior envolvimento de um dos elementos com o tema em questão. Na primeira fase do processo o maior volume de textos elaborados coube aos professores que fizeram parte da Equipe Central em 1993.

Isso é compreensível, já que esses professores tinham mais chance de discutir nas reuniões de planejamento, as suas idéias iniciais relacionadas aos temas.

Muitas idéias foram reelaboradas nessas reuniões, e todos os textos de autoria desses professores passaram por várias fases de construção coletiva.

Hoje acreditamos que alguns princípios e estratégias básicas são fundamentais.

### 1) O Papel da Publicação

Para quem escreve - fundamental como elemento de capacitação, exige reflexão, pesquisa de conteúdos científicos e pedagógicos, exige a procura de estratégias de comunicação escrita, exige reelaboração e acima de tudo interfere positivamente na concepção que o professor tem do seu próprio trabalho.

Para quem lê - escrito por colega, trata de problemas efetivos, usa o mesmo código de interesses e de comunicação e etc.

### 2) A Forma

Não são receitas ou produtos prontos.

São relatos de experiências dos professores, discutem erros e acertos, enfim vislumbram o processo.

### 3) A Escolha dos Temas

Temas que abordam os principais problemas identificados no ensino da disciplina, via atividade experimental. Acreditamos que o uso adequado do laboratório tem chance de acontecer quando se trabalha esta questão dentro de uma visão mais ampla de ensino de ciências.

#### 4) Metodologia

Discussão conjunta do tema, aprofundamento de alguns aspectos relacionados, elaboração por um dos elementos do grupo, leitura crítica, discussão no grupo, reelaboração e retomada do processo até a elaboração final.

---

### **O Ensino de Ciências e a Perspectiva da Didática Crítica - Marandino, M.**

---

#### **O tema**

A pesquisa aqui referida estudou a questão relativa a articulação entre o Ensino de Ciências no primeiro grau e a realidade sócio-política e econômica, procurando analisá-lo a partir de categorias amplas que o incluíssem num processo histórico, contextualizando esta área específica do ensino no amplo âmbito educacional. Tal opção resultou de percepção de que uma proposta de Ensino de Ciências deve estar orientada a um papel social determinado, que promova, através dos conteúdos científicos, a transformação da realidade.

Para esta contextualização, procurou-se realizar uma análise paralela entre o desenvolvimento do conhecimento da **Didática** de forma geral e do específico da **Didática da Ciência**. O momento de revisão da Didática, surgido no Brasil no fim da década de 70, situa-se na linha de superação dos anteriores. Estes estavam marcados principalmente pelas tendências tradicional, escolanovista e tecnicista, hegemônicas até então na teoria e nas práticas pedagógicas, assim como na formação dos educadores. Toma forma assim uma pedagogia na perspectiva crítica, comprometida com as camadas mais pobres, com a afirmação da função da escola de socialização do conhecimento e de formação para a cidadania.

A partir destes elementos, esta pesquisa pretendeu contribuir na construção dessa abordagem crítica no Ensino de Ciências. Assim, o objetivo central da pesquisa foi caracterizar as **tentativas atuais de renovação do Ensino de Ciências, na perspectiva da Didática Crítica** no Brasil, em especial no Rio de Janeiro.

Num primeiro momento da pesquisa, realizou-se um vasto levantamento teórico, procurando relacionar a evolução histórica da Didática e do Ensino de Ciências no Brasil, entre as décadas de 50 e 70, cotejando com as influências internacionais que surgiram na área. Além disso, procurou-se caracterizar o momento atual da Didática, apontando as principais mudanças ocorridas desde a década de 80, que culminaram no quadro atual de ensino (utilizou-se para este levantamento os autores Delizoicov e Angotti, 1991, Krasilchick, 1987, Pernambuco, 1985 e Veiga, 1988). Foi interesse também apresentar uma síntese das tendências recentes do Ensino de Ciências e suas relações com a perspectiva da Didática Crítica.

No desenvolvimento deste estudo, a análise do problema formulado foi realizada através do confronto entre a revisão de literatura e o trabalho de campo. Optou-se por assumir uma abordagem qualitativa de pesquisa. Foi encontrado

suporte teórico-metodológico na perspectiva da antropologia e da pesquisa etnográfica.

Foram selecionadas então três experiências com formação de professores no Rio de Janeiro. Identificou-se os coordenadores destas instituições e professores (principalmente de 1º grau) que participavam de cursos oferecidos por elas, constituindo assim o universo pesquisado. Realizou-se entrevistas de história de vida com os coordenadores de cada centro/projeto estudado, entrevistas coletivas com os professores cursistas, análise de documentos produzidos por eles e observações do ponto de vista físico e das relações interpessoais em cada instituição. Com esses dados elaborou-se a reconstrução histórica dos mesmos, o que forneceu elementos indispensáveis para a caracterização dos pressupostos e para o entendimento do que representam estas experiências na área do Ensino de Ciências no estado. Os centros/projetos estudados foram: o Centro de Ciências do Rio de Janeiro - CECIERJ, o Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da UFF, que atualmente constitui o Espaço-UFF e o Projeto Fundação: Desafio para a Universidade, da UFRJ.

### Os Centros/Projetos Estudados

Serão apresentadas algumas das características dos centros/projetos estudados, de forma bastante sucinta, para uma primeira aproximação das suas propostas de trabalho (indica-se a leitura da dissertação em questão para uma melhor e mais ampla compreensão).

O Centro de Ciências do Rio de Janeiro - CECIERJ - foi criado em 1965 e seus objetivos estavam relacionados então com a perspectiva de Ensino de Ciências na década de 60: preocupação da melhoria do ensino principalmente através da produção de material didático. Desde sua criação, o CECIERJ vive períodos de grande desenvolvimento e de refluxos, já que esteve sempre ligado as políticas dos governos do estado. No período de 1986/1990, foi transformado em autarquia e passou a fazer parte da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado.

Em 1987, sob direção da professora Leticia Parente junto com uma equipe interdisciplinar, implementa-se uma nova proposta de ensino no CECIERJ. Esta proposta aponta, em seus eixos valorativos, uma posição definida sobre o Ensino de Ciências: “Os princípios metodológicos que norteiam as nossas atividades são, sobretudo, princípios ligados a discussão sobre cidadania e tudo que envolve, ou seja, discutir também uma série de problemas ligados ao meio ambiente, a saúde, ao desenvolvimento industrial, a questão dos serviços urbanos, a questão do campo e a relação com a cidade (...)” (Mônica) (\*). As atividades do CECIERJ, voltadas principalmente para formação de professores e para difusão da ciência entre jovens, procuram ter estes eixos como inspiração.

O Espaço-UFF é o resultado de um trabalho desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da Universidade Federal Fluminense, desde 1987, preocupados, inicialmente, “com os altos índices de reprovação das disciplinas

básicas do curso de graduação do Instituto de Física” (Ayres, 1991, p.97). Com esta motivação, o grupo desenvolveu “uma proposta de aplicação da teoria piagetiana ao ensino de primeiro grau” (Luciana).

A base teórica do projeto, “(...) leva em consideração uma concepção de currículo como um conjunto de experiências através das quais os alunos possam construir uma concepção de mundo próxima à concepção dos cientistas, abandonando as concepções alternativas, aproveitando apenas o núcleo de bom senso das mesmas (Projeto de Ensino Ativo de Ciências, 1989:10). Além disso, há uma “(...) preocupação social também, de mostrar que a vida na escola vai ajudar na vida fora da escola.” (Luciana).

Na medida em que o projeto crescia, outros institutos da universidade se envolveram, formando assim uma equipe interdisciplinar. Em meados de 1990, através do PADCT/SPEC, cria-se o Espaço-UFF, um programa de Extensão da UFF, vinculado ao Ensino e a Pesquisa e voltado para Difusão das Ciências, da sua História e do seu Ensino. O Espaço-UFF “é um lugar de apoio para o professor, a idéia é essa. É um lugar onde o professor possa chegar e ter um livro, ter idéia de experiências, ter material para pedir emprestado, ter ferramenta para construir o material, alguém para orientar, isso em princípio. Agora o sonho é um Museu Ativo para a comunidade” (Luciana). Além disso, outro fruto decorrente do trabalho deste grupo foi a criação do Curso de Especialização em Ensino de Ciências do 1º grau, Física, Química e Biologia.

O projeto Fundação: Desafio para a Universidade formou-se em 1983, a partir da primeira chamada do PADCT/SPEC/CAPES, sendo apresentado nesta chamada ainda em fase piloto. A idéia de reunir diferentes institutos da UFRJ foi gestada entre as coordenadoras do Instituto de Física e Matemática. Estas acabaram por ampliar tal projeto a outras áreas, inicialmente compostas pelos Institutos de Biologia, Geociências, Química e a Faculdade de Educação, além da Física e da Matemática.

Os Institutos que fazem parte hoje - Matemática, Física e Biologia - formam setores e, desde o início, a característica marcante do projeto foi a autonomia de cada um, já que adotou-se “uma filosofia de independência entre as áreas” (Beatriz).

Desta forma, com a proposta de trabalhar com um grupo multidisciplinar, o Projeto Fundação vem desenvolvendo sua proposta por setores, sendo que cada um destes procura aplicar os objetivos gerais à seus projetos próprios. Os princípios orientadores do projeto seriam:

- a participação de professores em contato direto com a sala de aula em todas as fases do projeto;
- o equilíbrio entre inovação e continuidade, entre pragmatismo e academicismo, no que diz respeito a relação teoria-prática;
- gradualismo;
- interdisciplinaridade;
- institucionalização

Algumas das características do trabalho com professores do Setor Biologia foram apontadas no depoimento de sua coordenadora: “(...) E assim fizemos e passamos por todas as etapas do método científico, procurando mostrar a importância da flexibilidade, a não-necessidade da rigidez da metodologia. E aí começamos algumas atividades, por exemplo, usando dinâmica de grupo (...)” (Beatriz).

Já o Setor Física é dividido em dois sub-grupos, trabalhando com propostas de ensino diferenciadas. No sub-grupo A, como explícito no depoimento da coordenação a respeito do material didático produzido: “(...) Há elementos de avaliação automáticos, porque começa com um conjunto de perguntas que nós chamamos de motivadoras. Porque perguntamos sobre fenômenos físicos do cotidiano, que você pode responder. E já estavam lá os conceitos espontâneos (...)” (Carla).

O sub-grupo B, após uma reelaboração do trabalho, como aponta sua coordenadora: “(...) muda tudo e aí nós passamos para a linha que nós chamamos de aspecto sócio-crítico, quer dizer, aí eu começo a me preocupar com a História da Ciência, com a Sociologia das Ciências e a História da Educação (...)” (Dora).

A partir deste estudo histórico de cada experiência, foi possível perceber elementos que caracterizam grande parte do trabalho realizado com formação de professores em ciências, no Rio de Janeiro.

### **Desafios e Questões: A Formação dos Professores de Ciências**

A pesquisa aqui referida procurou trabalhar os dados obtidos em três temas fundamentais, ressaltando que com a quantidade dos mesmos outros temas poderiam ser escolhidos. O primeiro deles foi a análise das articulações entre as experiências estudadas e a perspectiva crítica da Didática e do Ensino de Ciências, tendo como referencial as características apontadas por Oliveira (1988) (\*\*). O segundo diz respeito a uma análise crítica sobre questão da formação de Redes de Ensino de Ciências, já que os centros/projetos estudados estão agrupados desta forma: CECIERJ e Espaço-UFF pertencem a Rede Fluminense de Ensino de Ciências e o Projeto Fundão pertence a Rede Rio de Janeiro de Ensino de Ciências.

O terceiro tema trabalhado e que será desenvolvido aqui é referente aos desafios encontrados pelos sujeitos da pesquisa para modificação da prática pedagógica concreta, em direção a um Ensino de Ciências de qualidade e crítico. Segundo depoimento dos professores, “Outra dificuldade que a gente tem dentro de ciências é que a proposta pede um trabalho prático, que o aluno vivencie aquilo que ele está acostumado. E a gente não dispõe de local apropriado, não temos material para trabalhar (...)” (Prof. B - Projeto Fundão). Assim discutiu-se questões relativas a falta de condições sociais, materiais e de apoio da direção e dos próprios colegas do professor.

“Infelizmente o estado tem poucas oportunidades de cursos e isso é muito pouco. Se o professor não está preparado, é porque não tem oportunidade de horário,

## Comunicações Orais

de remuneração, e ele já trabalha em 2 ou 3 escolas por condições econômicas e não tem jeito de se reciclar.” (Prof. A - Espaço-UFF). A formação deficiente é uma constante na fala de coordenadores e professores, tanto na base (graduação, licenciaturas, magistério), quanto nos cursos e reciclagens. Entre os vários elementos abordados neste tema, ressaltam-se dois deles:

- a) O primeiro refere-se a problemática da formação continuada ou em exercício daqueles profissionais já formados. Apesar de importantes, os cursos isolados não mantêm, muitas vezes, ritmo nem frequência para que haja uma efetiva mudança, além de não permitir um acompanhamento maior do professor, que muitas vezes somente repete as informações obtidas, sem realmente transformar sua prática. A falta de apoio dos colegas e direção, também constitui um obstáculo para mudanças. Neste sentido, se aponta como possibilidade: o trabalho com professores multiplicadores (Espaço-UFF e Projeto Fundação), o projeto de substituição de professores em regime de treinamento intensivo (CECERJ), a especialização (Espaço-UFF) e o trabalho com unidades escolares.
- b) O segundo diz respeito aos cursos de formação nas áreas científicas. É imperativo o repensar das licenciaturas, como já vem sendo feito nos projetos estudados que se articulam com as universidades. É necessário incentivar a carreira de professor e prepará-lo para uma atuação crítica, colocando-o a par da construção histórica do ensino em sua área, das abordagens e tendências presentes na pesquisa e na prática da área, das teorias de aprendizagem, da construção histórica do pensamento em educação e de suas perspectivas, para que este possa, de forma crítica, atuar em educação científica. Para tal, torna-se imprescindível a coresponsabilidade entre os institutos de conteúdos científicos e as faculdades de educação, no desenvolvimento de um trabalho articulado e interdisciplinar (Candau, 1988 e Carvalho e Vianna, 1988).

Procurando então contribuir para reversão do quadro do ensino no estado, estes centros/projetos têm apresentado alternativas interessantes para o trabalho de formação de professores. Tais caminhos porém dependem do trabalho integrado entre universidades, secretarias, escolas, professores e sociedade.

## Bibliografia

- AYRES, Ana Cléa B.M. **Confrontando Teoria e Prática na Formação de Professores para o Ensino de Ciências**. Tese de Mestrado, PUC/RJ, Rio de Janeiro, 1991.
- CANDAU, Vera M. e outros. **Novos Rumos da Licenciatura**. Departamento de Educação PUC/RJ, Rio de Janeiro, 1988.

- CARVALHO, Anna Maria P. fr e VIANNA, Deise M. A quem cabe a licenciatura, in **Ciência e Cultura**. 40(2): 143-147, fevereiro, 1988.
- DELIZOICOV, Demétrio e ANGOTTI, José A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo, Ed. Cortês, 1991.
- KRASILCHICK, Myriam. **O Professor e o Currículo de Ciências**. São Paulo, EPU, 1987.
- OLIVEIRA, Maria Rita N.S. A Didática e seu Objeto de Estudo, in **Revista de Educação**. Belo Horizonte, MG, Vol. 8:36-41, dez, 1988.
- PERNAMBUCO, Marta M.C.A. e SILVA, Fernando W.V.da. Uma Retomada Histórica do Ensino de Ciências, in **Atas do VI Simpósio Nacional de Ensino de Física**. p. 116-125, Niterói, Rio de Janeiro, 1985.
- VEIGA, Ilma P.A. Didática: uma restrospectiva histórica, in **Repensando a Didática**. Campinas, p. 25-40, SP, Ed. Papirus, 1988.

Obs:

(\*) Os nomes dos coordenadores são fictícios;

(\*\*) Tais características unânimes da Didática Crítica, apontadas por Oliveira (1988), foram citadas no trabalho "O Ensino de Ciências e a Perspectiva da Didática Crítica" apresentado no X Simpósio de Ensino de Física.

---

**Às Massas o Fino Biscoito que se Fabrica: Algumas Considerações à Respeito de um Programa de Aperfeiçoamento Profissional de Professores de Física - Bodião, I. S.**

---

## I. Introdução

A pesquisa a que se refere esta comunicação teve como objetivo a análise de um programa de aperfeiçoamento profissional de professores de Física, da rede oficial de ensino do estado de São Paulo. Sua intenção era melhor compreender algumas dificuldades e alguns sucessos emergentes da ação direta junto aos professores, tendo em vista o seu "convertimento" a uma abordagem pedagógica nova, que permitisse, de fato, ao aluno apropriar-se do conhecimento. Ela se desenvolveu durante dois anos, 1990 e 1991, ao longo dos trabalhos do programa "Construção de conceitos de Física: formação de professores e pesquisa em ensino".

Tal trabalho se justificava porque entendo que a recuperação da qualidade da escola pública no Brasil imporá, ainda, uma aplicação enorme de recursos financeiros e humanos na área de formação em serviço; por isso, continuo acreditando que seja fundamental uma maior compreensão das reais transformações engendradas por projetos de reciclagem e aperfeiçoamento profissional, bem como dos custos impostos por essas mesmas ações.

## 2. Características do programa

O programa, financiado com recursos do Projeto BID-USP, desenvolveu-se no Instituto de Física da Universidade de São Paulo, sendo coordenado por dois professores dessa instituição, trabalhando com um grupo de cerca de oito professores.

Era pretensão, desde o seu começo, que as atividades evoluíssem em dois níveis: nas salas de aulas dos professores e nos encontros mensais no IFUSP. Naquelas, os docentes deveriam desenvolver um tópico de Física, registrando suas experiências e ocorrências num caderno que se convencionou chamar de “diário de bordo”. Nas reuniões mensais, deveriam, entre outras coisas, apresentar, discutir e encaminhar, com orientação da coordenação, materiais que subsidiassem as vivências de classe citadas anteriormente.

Esse exercício em sala de aula, bem como a sua preparação, através da referida elaboração/reelaboração de material que lhe dava suporte, a construção de planejamentos de cursos, representava, assim, a espinha dorsal que deveria dar sustentação a todos os outros movimentos engendrados no interior do programa.

Os contornos das reuniões foram variados, ora se trabalhando com duplas, ora com entrevistas individuais, ou ainda em grupos de três professores, com e sem a participação dos coordenadores. Tais ações foram, sempre, seguidas de sessões plenárias onde se buscava ampliar as discussões ou, em alguns momentos, construir as sínteses do coletivo.

## 3. Características da pesquisa

Como o programa descartou, desde o início, qualquer possibilidade de intervenção na sala de aula ou na escola de origem do professor, então, à minha tarefa, também estavam fechadas essas portas, uma vez que minha ação poderia ser entendida como uma extensão dos próprios coordenadores. Tratava-se, portanto, de trabalhar com as representações, as leituras que os profissionais fariam dessas suas experiências.

Assim, a fonte direta das informações com as quais trabalhei foi o ambiente próprio onde aconteceram as reuniões, de onde emergiram dados, predominantemente descritivos, que sempre passaram pelo olhar filtro do pesquisador.

Quanto a análise de conteúdo realizada, ela não partiu, exclusivamente, do conteúdo manifesto e explícito para definir as unidades de estudos e construir as categorias. Fiz, como propõe Michelat (1975), para a análise qualitativa de entrevistas não diretivas, o que ele, figurativamente, denominou *impregnação e interpretação*:

As unidades de análises foram, portanto, elaboradas por um processo de *aproximações sucessivas*, em que os elementos se mostraram mais claramente à medida em que mais me relacionava com eles ou com variáveis que lhes eram adjacentes. Teoricamente tal procedimento poderia não ter fim, sempre se descobrindo

novas interpretações. Esta análise foi considerada suficiente ao atingir um nível em que o conjunto pareceu encontrar certa estabilidade, com coerência suficiente para ser entendido por terceiros.

#### 4. Reflexões sobre certas questões emergidas no decorrer do programa.

##### Dificuldades com os conteúdos de Física e suas superações

A frágil compreensão que os participantes tinham sobre os conteúdos que, em princípio, deveriam tratar em seus trabalhos, representou um grave entrave para o desenvolvimento do projeto. Tal dificuldade só foi contornada, com muita dificuldade, quando os coordenadores encontraram a forma, preciosa, de encaminhar as discussões a partir de "*questões chaves*" de conteúdos, associadas às prováveis concepções espontâneas dos alunos a esse respeito.

Dessa forma, sem perder de vista a construção dos planos de cursos, iniciou-se o segundo semestre dos trabalhos centrando-se foco nas percepções prévias dos alunos a respeito dos conceitos de Física que seriam tratados, embora, na prática, as reuniões tenham se transformado, na maioria das vezes, em aprofundamentos dos conceitos que embasavam as discussões.

O encaminhamento, interessantíssimo, dado pelos coordenadores foi tratar as dúvidas dos professores como sendo de seus alunos. Tal procedimento teve a grande virtude de permitir que eles explicitassem, sem constrangimentos, suas compreensões, por vezes simplistas, sobre os conceitos abordados, já que, em princípio, estavam tentando construir as respostas que um provável aluno seu daria para aqueles problemas. Assim, pela boca desse aluno imaginário, expressaram-se muitas das dúvidas dos próprios professores que, dessa forma, foram mais facilmente tratadas.

Aparentemente simples, essa descoberta guarda uma lição, importante: parece ser possível, através dessa projeção<sup>2</sup> catártica, abrirem-se caminhos para que os professores abordem, "*por intermédio dos outros*", conflitos cognitivos/afetivos que lhes são caros e que, de outra forma, lhes seria muito penoso enfrentar.

Sem que se tivessem impregnados pela dimensão maior das idéias das concepções espontâneas, os professores compreenderam que atrás das respostas tidas como erradas (diferentes do modelo acadêmico) havia uma lógica, uma forma articulada de pensar, fazendo com que passassem a considerar, de forma diferente da que faziam antes, as respostas apresentadas por seus alunos e isso, por si só, já não era uma conquista pequena.

Ao mesmo tempo em que se registraram transformações em todos os professores que passaram pelo projeto, é bom lembrar que, no âmbito de suas escolas,

---

<sup>2</sup> Projeção : No sentido propriamente psicanalítico, operação pela qual o indivíduo expulsa de si e localiza no outro, pessoa ou coisa, qualidades, sentimentos, desejos e mesmo "objetos", que ele desdenha ou recusa em si. J.Laplanche e J.B. Pontalis - *Vocabulário de Psicanálise*, p.478.

## Comunicações Orais

eles enfrentaram dificuldades nada desprezíveis, através das resistências oferecidas pelos seus alunos, seus colegas professores e, também, pelas direções dos respectivos estabelecimentos. Assim, a consideração do espaço da escola nos impõe reflexões de outro grau de importância e outra ordem de articulações, mais uma manifestação da intrincada e complexa rede de problemas com os quais teremos que nos defrontar.

### O professor que, de fato, planeja

Uma evolução importante, conseguida ao longo do projeto, foi a recuperação do papel profissional do professor que pensa e decide ao planejar, aplicando, em sala, o pensado e, a partir dos resultados, volta ao planejamento num momento introspectivo de reflexão, tendo em vista as decisões dos novos caminhos a seguir.

A coordenação tratou de hierarquizar, desde o início, o saber fazer dos docentes, procurando alçá-los a patamares mais comprometidos com o efetivo papel de educador, operando na expectativa de adensar o núcleo bom existente na prática profissional de cada um, ao mesmo tempo em que procurou superar a fragmentação do trabalho escolar, tentando resgatar uma competência que já fôra dos professores, como bem o aponta Mello (1987):

*"O que é importante neste momento é apontar que, objetivamente, a divisão de trabalho em nossa escola pública de 1º e 2º graus esvaziou o professor da competência que ele possuía na escola de minoria e não permitiu até o momento que ele se reapropriasse em bases novas de um saber fazer mais adequado a uma escola que cresceu e se diversificou quanto à clientela."*<sup>3</sup>

Principalmente a partir do 3º semestre havia mostras inequívocas de que os professores escolhiam conteúdos e métodos, aplicavam o escolhido e discutiam os resultados obtidos. Mais importante do que isso foi o fato de que todos, por terem objetivos definidos a partir de significações pessoais, eram capazes de avaliar os sucessos e/ou fracassos de suas iniciativas, passo importante para a definição, ou não, de encaminhamentos futuros.

Pensar na real extensão desse preceito para as escolas da rede pública impõe, necessariamente, cogitarmos um novo modelo de gestão escolar, uma vez que tais procedimentos implicam numa obrigatória descentralização dos processos de escolha, pautados na autonomia dos professores e da própria unidade escolar.

Provavelmente não encontraremos, muito facilmente, Secretarias de Educação disponíveis a assumir a plenitude dessa empreitada, embora, felizmente, já possamos contabilizar algumas experiências nesse sentido; o caso da Prefeitura Municipal de São Paulo, administração Luiza Erundina é um exemplo que não pode ser subestimado, nem continuar pouco conhecido.

---

<sup>3</sup> Guiomar N. de Mello - **Magistério de 1º grau - Da competência técnica ao compromisso político**, p.54.

## Uma nova identidade profissional

Ainda que se tivesse conseguido significativos avanços ao longo do primeiro ano de trabalhos do projeto, durante boa parte desse período os professores resistiram a um envolvimento maior com ele, um indicativo de que havia “ruídos” nas comunicações. Fui encontrar em Andaló (1989) a explicitação de um aspecto poucas vezes cogitado, quando se busca diagnosticar as dificuldades enfrentadas por programas de aperfeiçoamento profissional de professores: a defesa da identidade ameaçada. Ela afirma:

*"Se se considerar a importância do papel profissional de um indivíduo na formação de sua identidade, pode-se compreender como a resistência que as professoras opõem às tentativas de modificação de suas formas de trabalhar não significa mero sinal de 'desinteresse', 'imediatismo' ou 'acomodação', (...). Talvez se constitua numa defesa sábia da sua identidade ameaçada por alguém, investido de poder, vindo 'de fora' e 'de cima', a lhes dizer que tudo o que elas sabem e fizeram até agora é inadequado, errado e incompetente."*<sup>4</sup>

Por detrás de tal afirmação está sinalizada uma advertência bastante importante : ao se procurar a transformação da prática profissional do professor, se está tocando em marcas profundas do indivíduo e, provavelmente, em questões mais delicadas do que imaginamos à primeira vista. A impressão que tenho é que considerações como esta não têm sido muito comuns entre os pesquisadores em ensino de Física, e é bem provável que não estivessem no rol de preocupações dos coordenadores deste projeto. Por isso mesmo, me parece uma abordagem que está por merecer maior atenção e maior aprofundamento.

Os últimos encontros de 1990 evidenciaram que mesmo os professores que até então haviam se mostrado incapazes de mudar, ainda que insatisfeitos, apresentavam, naquele momento, evoluções nas construções de seus planejamentos. Satisfeitos consigo e com seus trabalhos, puderam, nesse instante, reconhecer que questões importantes não haviam sido abordadas, o que já não os deixava excessivamente angustiados; pareciam admitir, sem grandes conflitos, os seus próprios limites, o que pode ser entendido como um sinal de evolução pessoal, madura e profissional.

Participações, envolvimento, respostas satisfatórias ou quaisquer outras indicações semelhantes, não eram outra coisa senão manifestações do filtro novo com o qual olhavam suas classes. Assim, superada a insegurança inicial quanto ao domínio dos conteúdos, puderam criar mais espaços para os alunos em suas aulas, que ficaram mais dialogadas e participativas. Haviam construído para si uma nova forma de saber e pareciam ter consciência disso; as impressões digitais, na identidade

---

<sup>4</sup> Carmen S. de A. Andaló - **Fala Professora! Repensando o aperfeiçoamento docente**, p.349.

profissional, já não eram as mesmas e o encaminhamento dado pelo projeto havia contribuído para tal.

Para alguns dos participantes, as reflexões sobre a sua prática docente propunham novos conflitos a respeito de suas responsabilidades, esses profissionais pareciam não mais aceitar, facilmente, o argumento surrado, segundo o qual os alunos eram acomodados ou simplesmente não se interessavam; não mais se deixavam levar pelo apelo, saudosista, de que "*antigamente a escola era melhor*".

Para eles, por exemplo, as avaliações passaram a servir, não apenas como instrumento coercivo para aprovar ou reprovar alunos, mas também passaram a se constituir em indicadores das evoluções dos cursos que ministravam, indícios se os caminhos adotados eram adequados ou se mudanças se faziam necessárias. Aparentemente simples, a valorização do "*feed back*" dos alunos em várias circunstâncias da sala de aula foi, também, um salto qualitativo muito importante.

Os planejamentos tornaram-se, assim, sensibilizadores para os acontecimentos de classe, reguladores dos avanços conseguidos, em função do anteriormente pensado, uma forma de legitimar as futuras modificações. Se entendermos que as citadas alterações produziram novos planejamentos que, ao serem aplicados, impuseram novos momentos de reflexão, então estamos frente às recíprocas influências entre teoria e prática, um movimento amplamente desejado no ambiente escolar, pedra rara na escola brasileira nos dias de hoje.

### Grupos de reflexões

A raízes dos avanços conseguidos pelo projeto estiveram, no meu entender, assentadas na constituição de um grupo de reflexões formado por professores que se reuniram, periodicamente e ao longo do ano letivo, para discutirem, estudarem e encaminharem questões relativas aos seus problemas de classe, com a assessoria de dois professores do IFUSP.

Andaló (1989) já apontava esse caminho dos pequenos grupos de reflexões e, mais recentemente, Pernambuco (1993) sublinha a necessidade desse enfoque. Aquela afirma:

*"Apenas em contextos menores, que favoreçam uma relação interpessoal mais direta e comprometida, será possível estimular os integrantes a falarem, resgatar o seu saber, para que seja criticado a partir 'de dentro', de forma a promover a superação do senso comum e a emergência da 'particularidade'."*<sup>5</sup>

Por sua vez, Pernambuco (1993) assinala:

*"Só um processo de formação permanente, de cursos, mas sobretudo de grupos de estudo e reflexão, nos permite assumir a tarefa criativa e*

---

<sup>5</sup> Carmen S. de A. Andaló - **Fala Professora! Reapensando o aperfeiçoamento docente**, p.361.

*dinâmica de ensinar com os pés no presente, mas com olhos voltados para um futuro que já podemos vislumbrar o que, rapidamente, será o presente onde se dará a vida adulta do nosso aluno.*"<sup>6</sup>

Assim, trabalhar com um pequeno grupo, discutindo, a partir de suas necessidades e, principalmente, de suas vivências, as questões relativas ao cotidiano escolar, produziu, na minha opinião, animadores resultados neste projeto aqui analisado.

Acompanhar essa experiência reforçou a minha percepção de que não é possível se cogitar no sucesso de rápidos cursos de reciclagens que apenas oferecem maciças doses de "modernidade" concentradas nas férias. Estou convencido que somente grupos de reflexões, atuando de forma contínua e ao longo do período letivo é que poderão criar as condições para o necessário "convertimento" dos professores.

Infelizmente, não se pode pensar que as experiências de um indivíduo possam ser, facilmente, socializadas com outros colegas que não passaram por processos semelhantes; o pecado que muitos parecem cometer é não perceber que estamos diante de um processo de mudança da compreensão da relação ensino-aprendizagem e do papel do professor-educador dentro dela. Essa mudança, provavelmente, coloca em xeque vários aspectos da identidade profissional do indivíduo, da sua visão de mundo e da sociedade, bem como da própria personalidade. Não se trata, portanto, de um curso de treinamento de habilidades ou da aplicação de uma proposta previamente elaborada.

Não que eu defenda a restrição e a seletividade como "*modus operandi*" dos trabalhos de aperfeiçoamento de professores; os queremos amplos, o mais possível, mas de maneira tal que não se comprometam suas qualidades, e isto sim parece restringir, bastante, o horizonte do possível.

As mudanças necessárias são muitas e profundas, de formas que o adequado equacionamento das questões relativas ao aperfeiçoamento profissional de professores, com as ampliações necessárias, imporá, inequivocamente, decisões políticas relevantes. Não nos basta, então, nos posicionarmos somente como professores que apenas enxergam o espaço restrito do quadro negro, é preciso que nos envolvamos como educadores que, tendo consciência das responsabilidades com os trabalhos na escola, sabem que é preciso envolvimento e participação política: o exercício pleno da cidadania.

Creio que a urgente e necessária valorização da carreira do magistério, com as conseqüentes melhorias nas condições de trabalho e de salários, carece mais de aplicações, de decisões políticas, do que propriamente busca de soluções. O volume de pesquisas, teses e publicações, acumuladas nos últimos anos, é suficiente para subsidiar várias das modificações necessárias, muitas das quais já estão claramente propostas e são de grande envergadura. Há falta de empenho político nas aplicações

---

<sup>6</sup> Marta Maria C..A. Pernambuco - Quando a troca se estabelece (a relação dialógica), p.31.

## Comunicações Orais

das medidas adequadas e, por isso mesmo, é preciso engajarmo-nos politicamente nas lutas por suas implantações. Não me parece correto que o fruto de nossos trabalhos, financiados com dinheiro do povo, fique restrito aos muros das Universidades e Centros de Pesquisas, afinal, é justo que as massas saboreiem os finos biscoitos que, em seu nome, aqui se fabricam.

## Bibliografia

- Andaló, C.S. de A. - **Fala Professora! Repensando o aperfeiçoamento docente**. São Paulo: IPUSP, Tese de Doutorado, 1989.
- Laplanche, J. e Pontalis, J.B. - **Vocabulário de Psicanálise**. São Paulo: Martins Fontes, 6ª ed.
- Mello, G.N. de - **Magistério de 1º grau - Da competência técnica ao compromisso político**. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1987.
- Michelat, G. - Sobre a utilização da entrevista não diretiva em Sociologia, in Thiollent, M. - **Crítica Metodológica, Investigação Social e Enquete Operária**. São Paulo: Pólis, 1982.
- Pernambuco, M.M.C.A. - Quando a troca se estabelece (a relação dialógica), in, Pontuschka, N.N.(org) - **Ousadia no diálogo. Interdisciplinaridade na escola pública**. São Paulo: Loyola, 1993.

---

## Vestibular, Pesquisa Acadêmica e Ensino de Física no 2º Grau - como Integrá-los

- Pacheco, D.; Megid Neto, J.; Curado, M.C.C.

---

O trabalho pretende discutir alguns dos conflitos por que passa um professor de Física de 2º grau, no Estado de São Paulo, quer de escola pública, quer de escola particular, envolvendo três aspectos: a Proposta Curricular para o Ensino de Física (PCF) da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, as provas de Física dos Exames Vestibulares das três universidades públicas paulistas e as pesquisas acadêmicas na área de Ensino de Física.

É do conhecimento de muitos os objetivos principais das novas propostas curriculares da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, dentre eles a formação integral do indivíduo, enquanto cidadão que conhece, analisa e busca transformar a realidade social em que está inserido. No caso da atual PCF, mais especificamente, podemos encontrar os seguintes objetivos principais:

- a) entender a Física como instrumento para a compreensão do mundo;
- b) apresentar a ciência como uma construção humana que, por conseguinte, não comporta verdades absolutas, não se apresentando como conhecimento neutro, cujo desenvolvimento se processa intimamente vinculado ao contexto político, econômico e social;
- c) desenvolver o trabalho pedagógico a partir do conhecimento que o aluno possui.

Todos esses objetivos, por sua vez, estão de acordo com os resultados e contribuições das pesquisas acadêmicas na área de ensino de Física, seja por que a atual PCF incorporou os resultados e propostas dessas pesquisas, seja pela presença dos próprios pesquisadores nas equipes de elaboração da proposta.

Tais pesquisas têm tratado algumas temáticas mais frequentes como concepções prévias, história e epistemologia da ciência, cotidiano, materiais experimentais e lúdicos, entre outros. A maioria ressalta a importância de se promover um ensino voltado ao cotidiano do aluno, de se partir do próprio conhecimento adquirido/produzido por ele em sua vivência intra ou extraescola, de se trabalhar o conhecimento físico inserido no processo histórico de sua construção.

Por fim, os exames vestibulares. No Estado de São Paulo, existem três órgãos responsáveis pelos exames de ingresso para as universidades públicas: a FUVEST, responsável pelo vestibular da USP entre outras instituições, a CONVEST, responsável pela UNICAMP e a VUNESP, pelas faculdades e institutos da UNESP.

De um modo geral, desde fins da década de 80, esses vestibulares vêm sofrendo reformulações no sentido de se adequarem às constantes modificações da sociedade e das diversas instâncias educacionais. Os objetivos principais desses exames, colhidos nos manuais e livretos informativos desses órgãos, quer com relação às provas em geral, quer com relação à prova de Física especificamente, têm se direcionado a selecionar um candidato capaz de manipular conceitos e fórmulas fundamentais de Física, raciocinar, compreender, expressar-se com clareza, estabelecer relações e elaborar hipóteses, entre outras capacidades e habilidades intelectuais.

Além disto, explícita ou implicitamente, através dos vestibulares, essas universidades buscam interagir com o 1º e 2º graus, seja pela avaliação processada dos conhecimentos adquiridos pelos estudantes ao longo da escolarização, seja por uma possível influência no redirecionamento e melhoria do ensino básico e médio.

Desse modo, à primeira vista, parece haver certa integração entre os objetivos para o ensino de Física apresentados na PCF, extrídos dos subsídios das pesquisas acadêmicas ou ainda inferidos dos objetivos específicos dos vestibulares da USP, UNICAMP e VUNESP.

Entretanto, não é bem isto que é percebido pelo professor de Física do 2º grau, no dia-a-dia escolar. Na sala de aula, ele se vê compelido a trabalhar duas metas que se mostram antagônicas na maior parte das vezes: preparar o aluno para o vestibular ou formar o indivíduo-cidadão.

Mas, como? Os vestibulares da UNICAMP, USP E UNESP não estão preocupados em selecionar candidatos mais críticos, que possuam clareza de expressão e análise, com conhecimentos e habilidades relativos a situações concretas, do cotidiano, de modo a facilitar sua inserção na sociedade? Não tencionam integrar objetivos do 1º e 2º graus com os do 3º grau? Não buscam a melhoria do ensino médio?

## Comunicações Orais

Talvez sim, talvez em áreas como Estudos Sociais ou Comunicação e Expressão; no caso das provas de Física dos exames vestibulares, essas preocupações passam ao longe, muito longe... É essa a sensação que se incorpora àquele professor de Física que acompanha mais de perto as questões dos últimos vestibulares e que possui algum esclarecimento acerca das inovações propostas pelas pesquisas acadêmicas e pela própria PCF. E daí se estabelece, em seu trabalho pedagógico, o conflito já apontado: “preparar” para o vestibular ou “formar” o aluno.

No intuito de verificar se realmente essa sensação dicotômica resiste a uma análise mais detalhada das provas de Física dos vestibulares foi desenvolvido o presente trabalho.

Tomamos como material de análise as provas de Física dos Exames Vestibulares da USP (FUVEST) e da UNICAMP, no período de 1989 a 1994, e da UNESP de 1990 a 1995. Para as duas primeiras foram analisadas as questões da 1ª e 2ª fase dos exames e, no caso da UNESP, as questões das provas de Conhecimentos Gerais e de Conhecimentos Específicos (área de Exatas e de Biológicas). Dessa forma, o material de análise envolveu um total de 404 questões, 108 da UNICAMP, 172 da UNESP e 124 da USP. (Por motivos diversos, não foram conseguidas as questões da prova de Conhecimentos Específicos/Biológicas da UNESP e da 1ª fase da USP, de 1994).

Realizamos uma classificação dessas questões, segundo três aspectos:

- a) a área do conteúdo físico abrangido pela questão;
- b) o objetivo educacional envolvido na resolução da questão;
- c) o grau de aproximação da questão com relação aos objetivos da Proposta Curricular de Física de São Paulo, principalmente no tocante aos aspectos de vínculo da questão com um fenômeno físico real, do cotidiano do aluno, ou ainda com o processo de produção do conhecimento científico.

Com relação ao primeiro aspecto, utilizamos a seguinte nomenclatura para as áreas de conteúdo: Mecânica, Termologia, Óptica (Geométrica), Ondas (incluindo Acústica), Eletricidade, Magnetismo e Outros (grandezas, unidades, relações de proporcionalidade, etc.). Questões relativas a conteúdos de mais de uma área, foram classificadas em todas as áreas envolvidas.

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos com relação a esse primeiro parâmetro.

TABELA 1 - Distribuição porcentual das questões por áreas de conteúdo

| Área         | UNESP | UNICAMP | USP |
|--------------|-------|---------|-----|
| Mecânica     | 48    | 50      | 52  |
| Termologia   | 12    | 11      | 13  |
| Óptica       | 10    | 6       | 10  |
| Ondas        | 5     | 5       | 5   |
| Eletricidade | 19    | 19      | 15  |
| Magnetismo   | 4     | 4       | 4   |
| Outros       | 2     | 2       | 1   |

Pela tabela, notamos a grande concentração de questões na área de Mecânica, praticamente 50% das questões, além de uma distribuição pelas diversas áreas semelhante entre as três universidades.

Se aglutinarmos as áreas segundo os conteúdos tradicionalmente abordados nas três séries do 2º grau (1ª série - Mecânica, 2ª série - Termologia/Óptica/Ondas, 3ª série - Eletricidade/Magnetismo), notamos uma predominância dos conteúdos tratados na série inicial (50%), contra cerca de 25% nas demais séries. Ou seja, ocorre péssima distribuição das questões por conteúdos, principalmente se adicionarmos a questão da importância avassaladora de conteúdos de Óptica, Ondas, Eletricidade e Magnetismo na sociedade tecnológica atual.

Isto se reforça ainda mais, quando colocamos um dado que não comparece na tabela: o reduzido número de questões denominadas “híbridas”, ou seja, que envolveram mais de uma área de conteúdo. Somente uma questão da UNICAMP, dez da UNESP e doze da FUVEST, em um universo de 404 questões! Muito pouco, para um mundo físico repleto de fenômenos onde comparecem movimentos, ondas, luz, calor, eletricidade ao mesmo tempo. Muito pouco para quem pretende interferir no ensino fundamental e médio com vistas a sua melhoria. É o vestibular reforçando uma prática danosa do ensino escolar: a compartimentação dos conteúdos.

Vale ressaltar que os comentários feitos com base na Tabela 1 são praticamente os mesmos se observarmos a distribuição anual das questões por área de conteúdo, para cada universidade.

Com relação à classificação das questões segundo o objetivo educacional envolvido em sua resolução, tomamos como referência dois trabalhos acadêmicos que utilizaram a Taxionomia de Objetivos Educacionais - domínio cognitivo, de B. S. Bloom e outros. Um primeiro (Pacheco, 1979), relativo à classificação de exercícios propostos em livros didáticos de Física e um segundo (Arruda, 1983), relativo à classificação de questões das provas de Física da FUVEST no período 1977 a 1983. Em ambos os trabalhos, foram utilizadas as seguintes categorias de Bloom:

## Comunicações Oraís

Conhecimento, Habilidade no Uso de Processos e Procedimentos (HUPP), Compreensão, Aplicação, Análise, Síntese e Avaliação.

Obtivemos a seguinte distribuição com relação a esse aspecto:

TABELA 2 - Distribuição porcentual das questões por objetivos educacionais

|              | UNESP | UNICAMP | USP |
|--------------|-------|---------|-----|
| CONHECIMENTO | 40    | 20      | 22  |
| HUPP         | 18    | 29      | 25  |
| COMPREENSÃO  | 32    | 25      | 41  |
| APLICAÇÃO    | 10    | 25      | 10  |
| ANÁLISE      | --    | 1       | --  |
| SÍNTESE      | --    | --      | --  |
| APLICAÇÃO    | --    | --      | --  |

Podemos observar, pela tabela, que existem algumas diferenças entre os exames vestibulares das três universidades com relação ao parâmetro em questão.

As questões da UNICAMP distribuem-se de forma mais ou menos homogênea pelas quatro primeiras categorias, o que denota uma preocupação em avaliar diferentes capacidades e habilidades intelectuais dos candidatos, ponderando-as de forma equilibrada.

As questões da UNESP possuem uma distribuição muito desigual. Se, por um lado, a baixa concentração na categoria HUPP é algo positivo, por implicar em uma ênfase menor em questões de pura resolução algébrica, por outro lado, a elevada concentração na categoria Conhecimento reforça o aspecto meramente memorístico de leis, regras e princípios do ensino de Física. De outro modo, boa parte das questões solicitam que o candidato compreenda conceitos físicos, porém não verificam se ele consegue aplicá-los em situações novas.

Por fim, as questões da USP pecam, sob nossa ótica e observando-se somente as quatro primeiras categorias, por uma reduzida ênfase na categoria Aplicação, tendo distribuição satisfatória nas demais ou mesmo pouco elevada em Compreensão.

Agora, para as três universidades, é tremendamente preocupante a ausência quase total de questões nas três últimas categorias, hierarquicamente mais elevadas na Taxionomia de Bloom e que avaliariam capacidades intelectuais mais complexas, como criatividade e criticidade, por exemplo. Novamente, é o vestibular reforçando o ensino deficiente que se processa no 2º grau: seja por enfatizar a memorização, o traquejo matemático ou a compreensão de conteúdos porém ainda em situações-padrão, seja por não estimular a resolução de problemas em situações novas, ou por não explorar a criatividade; etc.

Deve ser observado, também, que resultados semelhantes, especialmente com relação às categorias Análise, Síntese e Avaliação, foram obtidos por Pacheco (1983) ao analisar livros didáticos de Física ou por Arruda (1983) ao analisar as provas de Física da FUVEST de 77 a 83. Comparando-se os resultados desse último trabalho

com o presente estudo, podemos concluir, salvo algumas diferenças de classificação em virtude das épocas e classificadores diferentes, que a prova de Física da FUVEST não sofreu melhoria no tocante ao aspecto “objetivos educacionais” por quase duas décadas. O mesmo pode ser afirmado com relação às provas de Física da UNICAMP e UNESP nos últimos anos, já que no período analisado não houve diferença significativa nos resultados de ano para ano.

Finalmente, chegamos ao terceiro e último aspecto estabelecido para análise, referente às relações das questões com alguns dos objetivos contidos na Proposta Curricular de Física do Estado de São Paulo e convergentes, como salientamos no início, com aqueles decorrentes dos resultados e contribuições das pesquisas acadêmicas na área do ensino de Física.

Estamos falando, em especial, dos objetivos de se apresentar o conhecimento físico como algo que sofre transformações historicamente, que possui determinações sócio-político-econômicas, que comparece fortemente no desenvolvimento tecnológico, que está na vida diária do indivíduo, que participa do seu cotidiano percebido e daquele não-percebido, porém real.

Nesse sentido, buscamos verificar se as questões analisadas apresentavam explicitamente vínculo com um fenômeno físico, por exemplo, tendo base em dados numéricos concretos ou envolvendo uma situação contextualizada a partir do cotidiano ou do processo histórico de elaboração do conhecimento.

Segundo esse critério, encontramos cerca de 80% das questões sem vínculo explícito com um fenômeno físico. Questões descontextualizadas da vida do indivíduo, com base em situações imaginárias, irreais, ou que trazem um mínimo de informações para que o candidato compreenda dados numéricos fictícios e aplique fórmulas. Ressalve-se, contudo, o Vestibular da UNESP, com uma incidência um pouco menor (70%), porém ainda muito elevada.

E mais uma vez esse resultado reforça o ensino de Física vigente no 2º grau...

Em síntese, verificamos que o conflito residente na ação pedagógica do professor de Física do 2º grau tem fundamento. Realmente, formar integralmente um indivíduo para que exerça sua cidadania com vistas à transformação social é antagônico com a preparação do estudante para o ingresso na Universidade, dentro dos limites de análise deste estudo. As provas de Física dos vestibulares das universidades públicas paulistas estão dissonantes dos objetivos estabelecidos na Proposta Curricular de Física oficial. Não levam em consideração os avanços da pesquisa educacional na área e, por mais paradoxal que possa parecer, mesmo no Estado de São Paulo onde foram produzidas, nessas mesmas universidades (principalmente na USP), cerca de dois terços das teses e dissertações sobre ensino de Física no Brasil.

Não estamos afirmando que a melhoria das provas de Física dos vestibulares possa modificar sensivelmente o ensino de 2º grau. Essa não é uma luta isolada, de uma disciplina, de uma escola, ou de uma universidade. Passa por uma transformação dos inúmeros segmentos da sociedade. Até porque, em outro tipo de organização

## Comunicações Orais

social, todos que quisessem teriam acesso à Universidade. Por ora, a mudança no vestibular pode contribuir em muito para a melhoria do ensino dessa disciplina no 2º grau, para a difusão cada vez mais ampla dos resultados da pesquisa educacional, das inovações pedagógicas, e para tornar o professor cada vez mais agente do seu próprio trabalho pedagógico. É preciso, portanto, que os responsáveis pela elaboração das provas dos vestibulares assumam efetivamente, concretamente, as modificações que vêm sendo empreendidas, ainda que a passos lentos, no seio escolar. Modificações essas produzidas muitas vezes pelo seu próprio colega de universidade, aquele ali sentado, na mesa ao lado, na sala ao lado ...!

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, Miguel Augusto de Toledo. Análise dos objetivos das questões de Física nos vestibulares da FUVEST. São Paulo, IFUSP/FEUSP, 1983. Dissertação de Mestrado.

PACHECO, Décio. Tarefa de escola. Campinas, Papirus, 1983.

## HOMENAGEM A PIERRE LUCIE

O título sugestivo do XI SNEF, TEMPO DE MUDANÇA, se prestou muito bem para homenagear o nosso saudoso Pierre. Poucos como ele souberam prever os desafios e adiantar-se às necessidades de mudança que a educação em ciências vem apresentando ao longo das últimas décadas. Sua contribuição, pouco registrada devido à pressa que sempre constituiu seu itinerário de educador foi de catalizador de vocações e de modelo para toda uma geração de físicos e professores de física e de ciências que o conheceram. Assim, colaboradores, amigos, ex-alunos e aqueles que com ele colaboraram nas diversas atividades em prol da melhoria do ensino da física e das ciências nos níveis básicos, área na qual destacou-se no nosso país, aqueles que o respeitaram como homem e como cruzadista pela melhoria da Educação em Física e Ciências, prestaram a ele não somente esta homenagem singela à memória do Mestre como cumpriram com um dever de passar para a nova geração uma memória permanente de sua vida e obra.

**Apresentadora, debatedora: Susana Souza Barros (UFRJ);**

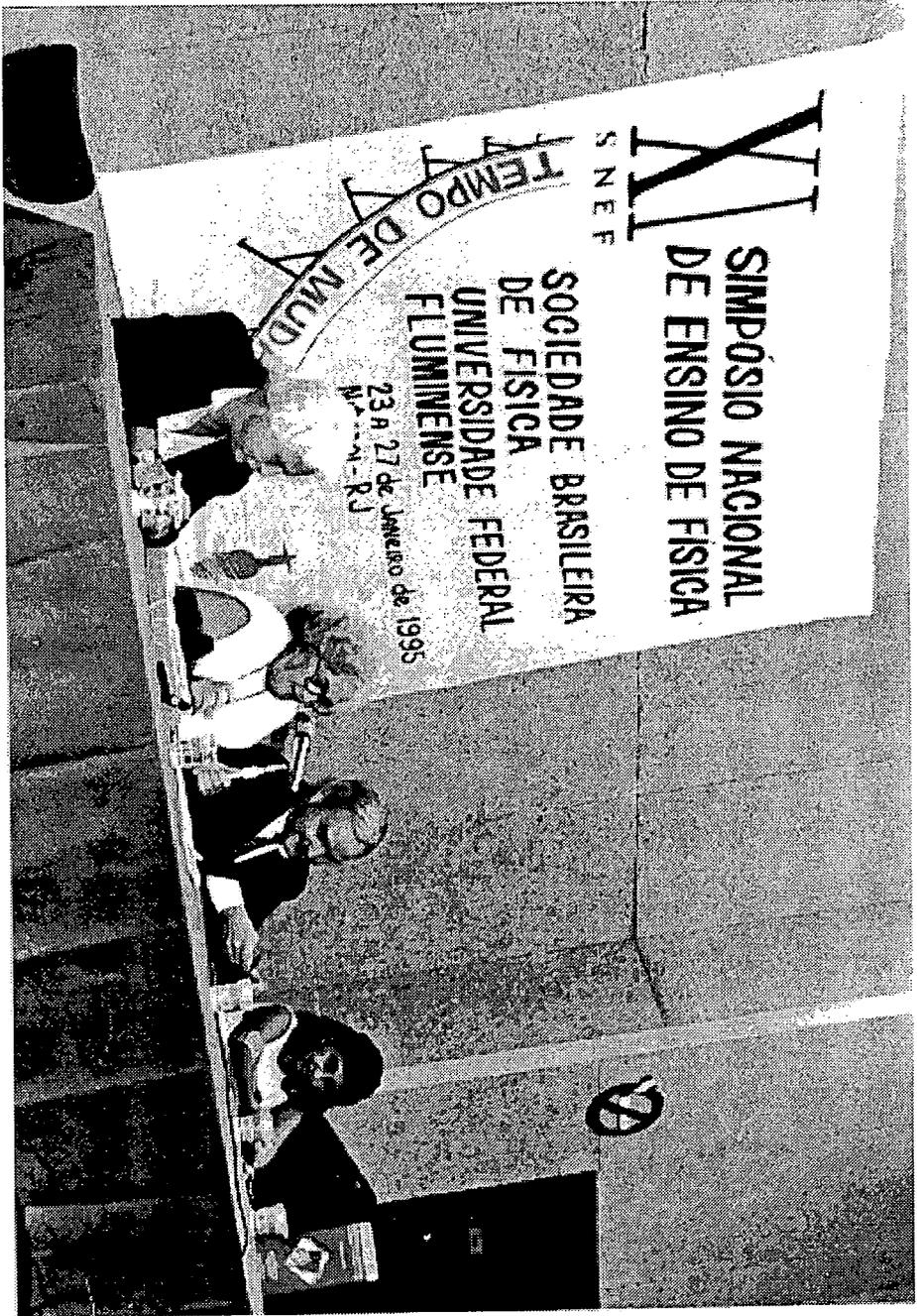
Dando início à atividade a professora Susana exibiu aos presentes trechos de um vídeo com os professores Pierre Lucie, Sérgio Costa Ribeiro e Maurice Bazin. Em seguida apresentou a mesa, composta pelo Sr. Pierre Lucie Filho, pelo Diretor do Instituto de Física da UFF José Leonardo Demétrio de Souza e pela Coordenadora do XI SNEF e por ela coordenada, lamentando as ausências da professora Rachel Gevertz, que enviou um fax justificando o fato de não ter podido aceitar o convite e do professor Herman Jacovitz que também não conseguiu chegar..

Dirigiu-se então à platéia:

“Eu queria apenas dizer que o maior destaque do vídeo que vocês acabaram de ver é uma conversa com os estudantes e que nela também está presente o professor Sérgio Costa Ribeiro, falecido há duas semanas, grande perda para o nosso país e para a educação. Nesse momento estamos lembrando o Professor Pierre; ele há dez anos nos deixou e deixou um grande vácuo. Ele era uma pessoa única, para aqueles que o conheceram e vejo aqui um grande número de pessoas que tiveram a sorte de poder compartilhar momentos profissionais, ensinar, trabalhar junto a ele. Ele deixou uma marca muito profunda. Ele era uma pessoa vocacionada para a educação e com uma formação extremamente interessante porque iniciou sua vida estudando na França com uma educação extremamente formal. Ele mudava sempre para poder se adaptar a situações e a tudo aquilo que era necessário para poder contribuir para a educação em Ciência, especialmente em Física que foi aquilo a que ele se dedicou de início. E ele tinha uma grande facilidade analítica e ele combinava isso com uma necessidade de descrever fenômenos de uma forma extraordinária. Tinha todo um movimento corporal e ainda tinha uma intensidade para poder conceituar, que poucas outras pessoas conseguiram. Tinha paixão pelo ensino e nunca se cansou por isso. É

incrível que ele era capaz de deixar todos os estudantes semi-mortos e ele estava entusiasmado até o final da aula. Ele passou por muitas etapas, foi professor secundário, de vestibular e quando chegou ao Brasil foi professor universitário, foi fazendeiro em Friburgo, foi pintor nas horas vagas, que ninguém conhece - fez uns trabalhos muito bonitos- e foi um grande administrador de um programa para ensino de Ciências que catalizou todo esse movimento que hoje nós vemos no ensino de Ciências fundamental e básico, através de um projeto muito grande dentro da CAPES, o SPEC (subprojeto de Ensino de Ciências) com verbas do PADCT. Foi um pouco desleixado, uma vez que ele não recolhia o trabalho que ele fazia. Mas deixou alguns livros, entre eles aquelas poucas ilustrações que temos em exposição no saguão lá fora, junto com fotos etc. São realmente um exemplo vivo de como ele pensava. Ele se juntou ao Henfil e conseguiu fazer da Mecânica tão chata uma coisa extremamente viva, com muito humor e através daquela paródia a gente encontra tanto o que seja aspecto educacional quanto aspecto histórico, aspecto epistemológico, os aspectos conceituais profundos naquelas discussões, naquela briga entre o aluno (Martins) e o professor. Ele trabalhou nas primeiras épocas da Fundação Cesgranrio, coordenando a prova de Física e participando de todo o sistema. Nós temos também o exemplo do trabalho que ele fez para o segundo grau. Ele acreditava que podia modificar o segundo grau através de seus professores, o que é uma coisa correta, uma forma correta de atacar esse problema. Ele deixou muito material para esses professores e durante a etapa do vestibular ele se dedicou, ele tem uma tentativa muito séria de poder se comunicar com eles, editou a revista Contato pela Cesgranrio, dirigida a professores e da qual temos vários números também em exibição lá fora. Enfim esse é um momento muito interessante. Vou passar a palavra agora ao Professor José Leonardo, mas é muito interessante lembrar de Pierre num momento em que nós estamos realmente com uma dificuldade muito grande em todos os aspectos da educação e sabemos muito bem que o nosso país, o mundo inteiro está precisando ter educação de qualidade. Ele foi um mestre de inovações. Na época - 1960/1970 - ele pensava naquelas coisas que nós estamos fazendo agora. Ele trouxe o PSSC, ele mostrou claramente o papel do laboratório e da intuição na aprendizagem de Ciências. Ele reconheceu a necessidade de entender aspectos psicodidáticos, ficou entusiasmadíssimo com Piaget numa dada época e quando nos deixou ele estava se dedicando a pensar na introdução das novas tecnologias no ensino de Física e desgraçadamente perdemos o trabalho dele, porque ele estava começando a trabalhar com pequenos computadores e não há registros desses trabalhos. Mas isso foi em 1985 e nós sabemos que eram os primórdios dessa etapa em que o computador ia entrar seriamente no ensino.

O professor José Leonardo vai agora falar sobre Pierre de uma forma mais estruturada e passo a palavra a ele.”



Homenagem a Pierre Lucie, XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foto: Berg Silva

**Palestra: Professor José Leonardo Demétrio de Souza (UFF);**

“Boa noite, é com muita satisfação, com muito orgulho para o Instituto de Física da UFF e até para mim em particular prestar nesse momento essa homenagem mais do que devida ao Professor Pierre Henri Lucie. Realmente a Física no Brasil, o ensino de Física no Brasil deve muito, mas deve muito mesmo a esse homem. E nós físicos não temos o hábito de promover esse tipo de manifestação e seria muito bom até que nós repensássemos um pouco isso porque algumas figuras de grande destaque em nosso meio realmente mereceriam ter uma homenagem desse tipo já há bastante tempo. Eu certamente não me acho a pessoa mais indicada para falar sobre o Professor Pierre e nem para homenageá-lo. Talvez aqui nessa sala, entre seus ex-alunos e ex-colegas de trabalho nós tenhamos pessoas mais adequadas para isso até. Eu vejo isso um pouco como a prerrogativa da direção de uma unidade que recebe o Simpósio talvez e é evidente que eu vou usar essa prerrogativa para homenagear o velho mestre. Vejo também de certa forma como uma homenagem ao Instituto de Física da UFF, na pessoa do seu diretor que foi durante muito tempo colaborador do Professor Pierre. E falar do Pierre é sempre uma satisfação. Eu creio que a gente poderia ficar aqui conversando quase que a noite inteira, talvez até um pouco mais, sobre todas as coisas que nós seus ex-alunos, amigos e conhecidos vivenciamos e aprendemos com ele.

Eu vou fazer uma breve introdução biográfica, embora o Pierre como já um mito entre nós não tem uma biografia muito bem determinada, porque as histórias, as lendas se misturam e de repente nem importa muito que essa biografia seja tão detalhada afinal. O Pierre nasceu em Condom, no sudoeste da França, na Gasconha, ali perto dos Pirineus, quase fronteira com a Espanha. Isso em 14 de agosto de 1917. Aos 20 anos ele já completava os seus estudos, em Toulouse, o bacharelado e assim, em 35/37 ele fazia as classes preparatórias para as grandes écoles quando então sua, digamos assim, sua carreira acadêmica é interrompida pela convocação para o exército francês. Ele então vai em 37 para a escola de oficiais, uma escola famosa na França, ali no sul da França, no Mediterrâneo e em 39 ele então se gradua em oficial do exército francês. Vocês imaginam que tempos difíceis nessa época, principalmente na França, começo de uma guerra. Em 1940 o Pierre é preso e é enviado para um campo de prisioneiros na Polônia ocupada. Nesse campo de prisioneiros ele completa de alguma forma seus estudos. Lá ele estudou Mecânica clássica, Óptica superior e Mecânica Quântica. Em 45 ele é libertado pelas forças aliadas e com a saúde bastante abalada vem para o Brasil. Chega ao Brasil, não tem muito ambiente, não tem muito, naquele começo, nem como provar sua formação e a Susana citou algumas das atividades do Pierre. Seu primeiro emprego foi como motorista de caminhão nesse Estado do Rio e veja você, que coisa irônica de certa forma. Até ser descoberto por professores secundários franceses que lecionavam aqui em colégios particulares. Pierre então é levado a lecionar no Colégio Santo Inácio, no Colégio Rio de Janeiro. Então vocês imaginam, começava aí a carreira, digamos assim acadêmica no Brasil

do Professor Pierre Lucie, carreira essa que foi, eu diria, um marco na história do ensino de Física no Brasil. A gente bem pode separar o ensino de Física no Brasil em antes e depois do Pierre Lucie. Nessa época, no final dos anos 40, início dos anos 50, nosso ensino era muito caracterizado pela descrição dos equipamentos em Física, um pouco da influência do iluminismo francês mesmo. Então a gente lembra de ter visto, pelo menos nas bibliotecas, aqueles livros antigos de Física em que vinham descrições minuciosas de aparelhos que muita gente ainda não sabia para que serviam, se serviam para alguma coisa afinal, mas era assim que se ensinava Física naquela época. Com uma tendência já nessa época para uma descrição mais matemática das leis da Física, já aí sob influência do próprio positivismo e Pierre entra nessa história e começa como a gente pode assistir bastante bem no vídeo. Começa a mudar um pouco o eixo, a buscar uma visão mais conceitual da Física, dos fenômenos, das leis, a promover a redescoberta através da observação e da experimentação, enfim a mostrar aos alunos que a Física está presente no cotidiano das pessoas, a Física não é nem aquela descrição meio ingênua de equipamentos, nem aquela enfadonha descrição matemática de fenômenos, ela pode ser vivida, ela pode ser tocada, ela pode ser sentida, ela pode ser vivenciada. E isso em 63 levou o Pierre a ser contratado pela Educational Service Incorporation e a participar do grande projeto do Massachusetts Technology Institute, depois conhecido como PSSC. Ele participou desse projeto e depois introduziu esse projeto no Brasil, isso já pelos idos de 1965, por aí, quando a Universidade de Brasília editou os livros do PSSC.

A produção do Pierre é uma coisa impressionante. Todos que fomos seus alunos, nós assistimos a isso. O Pierre escrevia e reescrevia as apostilas febrilmente. Ele, sem cessar, ele sempre achava uma maneira de dizer aquilo de uma forma melhor, de melhorar, de, enfim... Era muito comum a gente assistir o Pierre recolhendo as coisas que ele havia escrito porque aquilo já não passava pelo crivo dele, então ele preferia reescrever e produzir alguma coisa que ele acreditava que fosse melhor, muitas vezes, bem, certamente era melhor, mas muitas vezes aquilo que ele havia escrito era extremamente bom, já.

Homem de uma leitura habitual, o hábito de leitura muito difundido, ele leu, criticou e absorveu obras de Aristóteles, Galileu, uma das poucas pessoas que eu conheço leu a summa teológica do começo ao fim. Enfim, era um entusiasta permanente, o entusiasmo do Pierre era uma característica muito presente nele. Era uma pessoa que estava sempre entusiasmada com aquilo que fazia e esse entusiasmo levou-o a escrever esse livro que a Susana já mencionou, "A Física com Martins e Eu", que é um primor de livro, em que ele se coloca, está lá a caricatura do Pierre, ele se coloca várias vezes embaraçado por um aluno que faz perguntas e faz perguntas de forma irreverente e às vezes de forma impertinente, mas ele cultivava muito isso, esse espírito crítico nos seus alunos e era uma coisa que ele sempre cultivava e pretendia que nós tivéssemos, Então Martins é um pouco desse aluno símbolo que ele pretendia que nós fôssemos, aluno que não larga o professor, que sempre tem uma dúvida para deixar o professor encurralado. E esse livro também

marca uma época, eu creio que mereceria certamente uma reedição, tanto pelo trabalho do Pierre quanto pela magnífica ilustração do Henfil que na época não tinha a fama que tem hoje, mas enfim já era um cartunista conhecido e ainda assim se dispôs a fazer junto, a entrar nesse projeto porque era com o Pierre.

Extremamente ousado, ele uma vez resolveu utilizar o planetário do Rio de Janeiro para dar um curso de Física I na PUC, onde todos os fenômenos celestes eram utilizados para a compreensão da Mecânica de Newton. Todos somos professores e sabemos da dificuldade, da ousadia que tem pôr trás de uma ação dessas e foi um sucesso. Nós temos aqui hoje professores da UFF que foram monitores nessa época do Professor Pierre. Formou gerações e gerações de engenheiros, físicos, matemáticos etc e formou direta e indiretamente, através de seus alunos, que formaram mais pessoas num efeito cascata que se multiplica até hoje e através dos seus livros que permanecem aí sempre atuais entre nós. O seu livro “A Gênese do pensamento científico” por exemplo é uma leitura obrigatória para todos os que pretendam estudar Filosofia da Ciência.

Além disso é de se ressaltar também sua colaboração institucional extremamente valiosa. Ele participou com o Padre Roser, da Fundação do Departamento de Física da PUC do Rio de Janeiro. Foi coordenador do ciclo básico do Centro Tecnológico da PUC lá pelos idos de 67, 68, 69 e 70, que aliás ele ajudou a implantar em larga escala num trabalho que ele fez junto ao MEC. Ele colaborou na reformulação do ensino de Física do Instituto Gleb Watagin da Universidade de Campinas. Ele lecionou lá e prestou sua colaboração na reformulação do ensino de Física lá. Enfim, o Pierre teve uma presença institucional muito forte. Esse projeto da CAPES que a Susana mencionou também foi um momento muito forte da influência do Pierre no ensino de Ciências de uma maneira geral, a ponto inclusive dele ser homenageado muito antes que por nós pelos professores de Biologia, que têm um parque na cidade do Rio de Janeiro com o nome do Professor Pierre Lucie. E tem a medalha do mérito educativo do Mec, lembra a Susana aqui com propriedade.

Esse homem nem sempre foi muito compreendido na comunidade de físicos não. No período em que a valorização da pesquisa de fronteira se dava em detrimento às vezes da atividade do professor e do didata, a sua persistência na vocação de professor, eu diria, foi fundamental para o ensino da Física em nosso meio e eu acho que a própria realização deste Simpósio, como de tantos outros que já aconteceram, de ensino de Física devem muito a essa atitude teimosa do Pierre com aquele seu gênio que nós bem lembramos. Por seus serviços à França ele recebeu das mãos do próprio general Charles De Gaulle o grau de Chevalier de la légion d'honneur, que ele se orgulhava muito. Era um bom francês, que muitas vezes se ofendia quando nós o chamávamos de francês, querendo com isso dizerr que afinal ele não era brasileiro. Quantas vezes eu vi o Pierre indignado dizer que ele tinha muito mais tempo de Brasil que todos nós e que por isso ele era muito mais brasileiro do que a gente.

O Pierre nos deixou na madrugada enfim de 12 para 13 de setembro de 1985, aos 68 anos de idade, após um dia de aula e ainda colocou a Susana descobrindo as potencialidades da utilização de microcomputadores no ensino de Física; ele estava realmente muito empolgado com isso na época. Eu diria que esse espírito de curiosidade permanente, essa eterna juventude intelectual, talvez tenha sido o traço mais marcante da genialidade do Pierre Lucie.

Eu conheci o Professor Pierre muito jovem ainda, eu me lembro que eu conversava pouco com o Pierre. Eu me lembro quando eu decidi fazer Física, lógico o Pierre já era uma pessoa famosa, era o homem que preparava as provas do vestibular e colocava aquelas questões terríveis; perguntava à queima roupa com quantas bolinhas de ping pong você podia encher uma sala e isso não tinha fórmula p'ra gente usar, p'ra fazer, ninguém ensinava isso nas escolas, era um terror tão grande que houve uma ocasião no Rio de Janeiro que os grandes cursos, o Vetor, o Miguel Couto, eles se juntaram e compraram o passe do Pierre. Eles tiraram o Pierre dessa atividade de preparar os vestibulares e o Pierre passou a ser professor desses cursos. Foi por pouco tempo, acho que não deu muito certo não, um ano, mas eu me lembro que o Pierre nessa época comprou um Citroen belíssimo, o carro que ele sempre quis ter e enfim valeu pelo menos para isso. Mas eu dizia o conheci quando eu prestei o meu vestibular, eu já ouvia falar do Pierre, já era um mito p'ra gente que estava pensando em fazer Física. Eu estava lá sentado, na minha prova. fazendo a prova de Física quando de repente o fiscal anuncia que o professor Pierre estava visitando as salas e de repente eu me dou de frente com o Pierre na sala. Eu nunca o tinha visto mas foi muito fácil identificar entre aquelas pessoas que entravam na sala quem era o Pierre e foi, eu me lembro, foi um misto assim de assombro, de surpresa, de repente eu estava ali diante do Pierre. Anos depois eu comentei isso com ele e disse veja você Pierre, de repente milhares de alunos ali, você visitando todas aquelas salas, quem diria que uma pessoa que estava ali sentado, um daqueles jovens vestibulandos, um dia ia trabalhar com você e é mais uma lição que eu tiro do meu convívio com o Pierre, o respeito imenso que a gente deve ter pelos alunos porque é realmente só uma questão de tempo, estaremos todos trabalhando juntos, seremos todos colegas dentro em breve.

Depois disso eu fui para o Fundão e anos mais tarde o Professor Pierre me convidou para trabalhar com ele na Fundação Cesgranrio preparando as provas de Vestibular, isso foi em 1977 se não me engano. E fizemos lá uma amizade muito grande durante anos preparando aquelas provas com a banca realmente fantástica. Era muito gostoso fazer aquilo, não só pela convivência com os colegas mas por tudo que a gente aprendia ali, não só de Física, até de Física, mas principalmente de convívio humano, de respeito pelo trabalho um do outro. Foi realmente uma época que me valeu muito na minha formação global e me deixou muita saudade. Tivemos certamente as nossas brigas, o Pierre era uma pessoa de gênio muito forte, de uma personalidade muito determinada e trabalhar com ele era inevitável que a gente tivesse aqui e ali as nossas brigas mas até nessas brigas a gente conseguia sempre tirar uma

lição da persistência, da forma como o Pierre lutava e persistia nas suas idéias, a firmeza dele naquilo que ele propunha sempre que ele acreditava sempre ser a forma melhor de fazer a coisa. Isso foi realmente uma experiência indescritível ter podido trabalhar com ele esses anos todos, convivendo e aprendendo dessa forma. Enfim, eu gostaria para terminar essa preleção sobre o Pierre, mencionar aqui - eu dediquei a minha tese ao Pierre e coloquei nessa dedicatória que eu vou pedir a vocês a liberdade de ler - uma frase que eu acho que nunca consegui ler sem pensar no Pierre. A frase é de um educador a quem também esse país deve muito, está agora na Faculdade de Educação da Universidade de Campinas, Ruben Alves e que tem coisas fantásticas escritas e tem um trecho de suas "Histórias para quem gosta de ensinar" que eu realmente nunca consegui ler sem me lembrar do Pierre. Diz assim:

“Os educadores são como velhas árvores, possuem uma face, um nome, uma história a ser contada, habitam um mundo em que o que vale é a relação que os liga aos alunos e a educação é algo para acontecer neste espaço invisível e denso que se estabelece a dois, espaço artesanal.”

À memória do estimado Professor Pierre Henri Lucie que sobretudo pelo seu exemplo de dignidade e pelo seu contagiante entusiasmo tanto nos ensinou e transmitiu. Muito obrigado.

Para encerrar a cerimônia de homenagem, os presentes foram convidados para a abertura Exposição Iconográfica das obras de Pierre Lucie.

## MOSTRAS/EXPOSIÇÕES

O XI SNEF contou também com um conjunto de Mostras de material didático e de divulgação científica de relevância para o ensino da Física:

---

### MOSTRA DE VÍDEO

Coordenador: Paulo Cesar Ventura

---

Todas as apresentações foram acompanhadas de debates junto aos editores dos filmes. Vários outros filmes não foram apresentados por falta de tempo dedicado à mostra. Sugere-se para o próximo SNEF uma Mostra contínua, em local exclusivo, com horários destinados apenas aos debates com os editores dos filmes.

---

### El Eclipse del 03/11/1994 y un Ejemplo de Aprendizaje Significativo en Accion - Horácio Tignanelli

---

*Puede observarse y registrarse un eclipse total de sol sin que se pierda la fascinacion que despierta, ni la rigurosidad que exige la ciencia? Es necesaria una habilidad especial para hacerlo? Existe un momento cognitivo para entenderlo o una estrategia unica para enseñarlo? En este trabajo se discuten algunas respuestas a estas y otras cuestiones a partir de una experiencia educativa, no formal: un "campamento científico" organizado por educadores y profesionales de Argentina y Brasil, en Lagoa do Camacho (Santa Catarina, Brasil), entre el 30/10 y el 5/11 de 1994, con motivo del eclipse total de sol producido el 3/11, de 1994. Participaram del mismo estudiantes de nivel primario, secundario y universitario de ambos países, coordinados por especialistas en diferentes disciplinas (Geofísica, Física, Biología, Psicología, Química, Astronomía, Docencia, Geología, Paleontología, Medicina, Bibliotecología, Fotografía, Meteorología, Recreología), sumando un contingente de 50 persons en total. El lugar elegido fue el sitio continental donde se dio la mayor duracion de la fase de totalidad del eclipse. Durante la experiencia, estudiantes y coordinadores desarrollaron, entre otras, las siguiente tareas: reconocimiento de cielo; manejo de instrumentos; montaje de una estacion meteorológica y un laboratorio fotografico completo; observacion visual, fotográfica y en video de las diferentes fases del eclipses, estudio de las conductas del entornobiologico del lugar durante el fenomeno; estudio de la ionosfera; registro y interpretacion de las condiciones climaticas; estudio de las consecuencias sociales en una comunidad cercana al campamento. En este trabajo, se presenta un balance de las actividades realizadas y se discute como las mismas permiten trabajar conceptos tales como el de *aprendizaje significativo*. Se muestra ademas el planteo didactico imlementado, los resultados pedagogicos obtenidos y los aportes reflexivos de la experiencia, orientados haci la investigacion en educacion de la Astronomia.*

**Aquela Conversa - Memória do V Simpósio de Ensino de Física do Nordeste - João Tertuliano**

---

O V SEFN - Simpósio de Ensino de Física do Nordeste teve uma participação récorde de mais de duzentos professores. A qualidade dos trabalhos deste Simpósio, em parte traduzida nos resultados de oficinas de seis horas para professores e licenciandos em Física, onde produziu-se filmes didáticos e construiu-se alguns experimentos de física contemporânea (espectroscopia e efeito fotoelétrico) com material alternativo para uso em salas de aula de 2º grau, entre outras coisas, sugere a necessidade de divulgar esse evento mais amplamente.

Este vídeo presta-se a essa divulgação, apresentando cinco blocos com uma duração de 38'54". Os cinco blocos são intercalados por comerciais de patrocinadores da produção, ficando o vídeo com uma duração total de 50 min 47 seg.

O primeiro bloco introduz o espectador no Simpósio, e mostra um dos vídeos didáticos produzidos na Oficina de Vídeo. Os dois blocos seguintes sintetizam o Encontro de Pesquisadores e o Simpósio de Ensino para Professores. O quarto bloco dedica-se à programação artística do Simpósio, e o último sintetiza a plenária final do Simpósio.

---

**Ficção e Realidade: O que a escola poderia aprender com Hollywood - Marcos C.D. Neves, Alexsander R. Duarte, Ivair A. Santos, Paulo R. Veroneze e Acácio C. de Andrade**

---

O vídeo de curta-metragem (sistema NTSC, 15 minutos de duração) produzido pelo "Laboratório de Criação Visual" do Departamento de Física, da Universidade Estadual de Maringá (Projeto RENOP/UEM/UEL/ CAPES), trata de algumas questões ligadas as "misconceptions" e aos conceitos "clássicos" em Física que, invariavelmente, aparecem nos filmes de ficção científica produzidos por Hollywood. O vídeo conserva os sons originais dos filmes para o espectador ter uma idéia mais clara do que ele está observando. São tomados *takes* que se sucedem para mostrar sequencialmente os erros e acertos desses filmes ("2001, Uma Odisséia no Espaço", "O Vingador do Futuro", "Aliens, o 8º Passageiro", "Uma Aventura no Espaço", etc.), e a possibilidade de usá-los para um Ensino de Física não formal, aplicado e divertido.

---

**Eclipse Solar Total - Dartanhan B. Figueiredo**

---

Usando-se uma Movie VHS Panasonic PV-3200 e um filtro alternativo tenta-se dar uma visão geral do Eclipse Solar Total de 3 de novembro de 1994 na cidade de

Chapecó (SC). Complementa-se com imagens de outras localidades do estado do Rio Grande do Sul onde o Eclipse foi parcial.

---

### **Por dentro da Matéria - Física e os Físicos**

D.M. Vianna e M.C.B. Lima

---

O vídeo foi produzido pela Secretaria Regional da Sociedade Brasileira de Física, em conjunto com a Escola de Comunicação da UFRJ, com o objetivo de divulgar a Física entre alunos de 2º grau.

Foram entrevistados pesquisadores e professores de todas as instituições de ensino de 3º grau e pesquisa em Física, no Rio de Janeiro. Professores e alunos de escolas de 2º grau também deram suas opiniões sobre o ensino de Física, assim como suas frustrações quanto ao grau de dificuldade que apresenta. Mostraram também formas mais interessantes de se ensinar.

São apresentadas as interações da Física com outras áreas do conhecimento, a sua influência em novos desenvolvimentos tecnológicos, enfim a responsabilidade social que os cientista têm ao se dedicarem à pesquisa.

---

### **O Departamento de Física do Deutsches Museum de Munique - Uma Contribuição ao Debate Sobre o Ensino Interativo de Ciências - Roberto Cintra Martins**

---

O Deutsches Museum foi fundado no início deste século, no âmbito de um projeto liderado pela elite política, militar e industrial alemã, como um símbolo da conquista de projeção da Alemanha no cenário internacional. É considerado o maior museu científico e técnico da Europa Ocidental e tem com objetivo prioritário a pesquisa e documentação do desenvolvimento histórico das ciências naturais, da técnica e da indústria, em suas interrelações e condições culturais.

A História da Ciência e da Técnica é apresentada mediante originais e reproduções de sistemas, experiências e demonstrações, incluindo cerca de 20.000 objetos em exposição e 50.000 para pesquisas nos mais variados campos, tais cm: Astronomia, Física, Química, Mineração, Metalurgia, Engenharia Mecânica, Petróleo, Informática, Telecomunicações, Aernáutica, Engenharia Naval, Ferrovias, Veículos Automotres, Instrumentos Musicais e Tecnlgia Agrícola.

O filme de videocassete, abrangendo todo Departamento de Física do Museu, apresenta todos os experimentos constitutivos deste Departamento, bem como os protótipos e ambientes de interesse histórico, tais como: uma réplica do ambiente de trabalho de Galileu, pêndulo de Foucault (com as características dimensionais e funcionais do original), o laboratório de Otto Hahn e Lise Meitner com equipamentos originais usados na descoberta da fissão nuclear, os hemisférios originais de Magdeburgo.

O Museu é enfático na divulgação dos produtos científico-tecnológicos vinculados ao processo histórico de desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. Uma apresentação do filme acompanhada de discussão sobre os experimentos e ambientes pode contribuir para o debate sobre a questão do ensino interativo de Física, em perspectiva histórico-cultural.

---

### **MOSTRA DE MATERIAL DIDÁTICO**

Coordenador: Aldo M. Ferreira

---

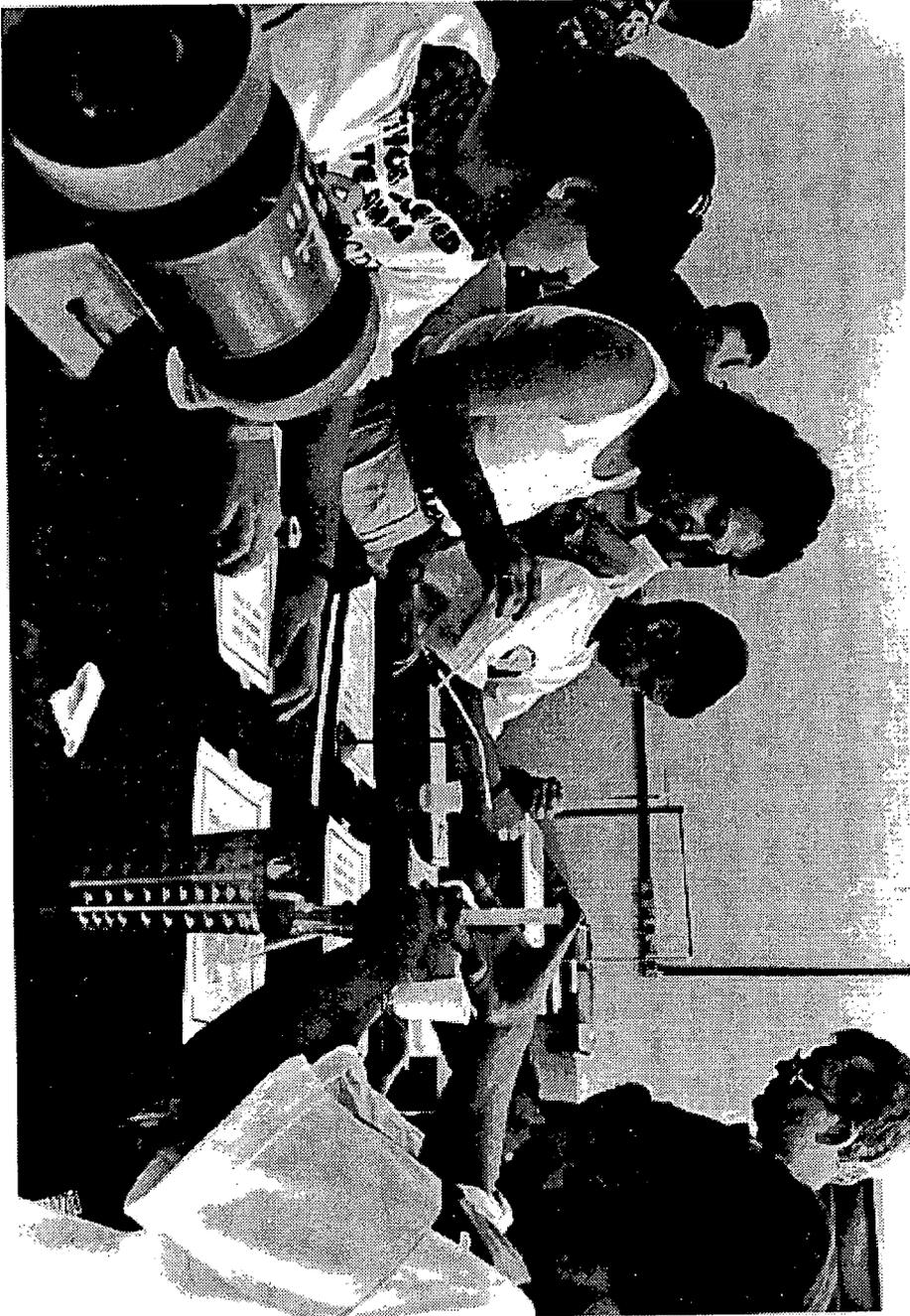
A mostra constou de apresentação, por parte dos participantes, de material didático de laboratório, sob a forma de kits, para demonstração pelo professor ou para trabalho em grupo pelos alunos, como protótipos ou já em apresentação comercial, desenvolvido a partir de materiais simples, de fácil aquisição e baixo custo.

**Espaço-UFF de Ciências - Aldo M. Ferreira**

**Atelier de Brinquedos - Aníbal F. de Figueiredo Neto**

**Laborciências Tecnologia Educacional - Cassiano Z. Carvalho**

**Experimentoteca (1º Grau) - D.Schiel**



Mostra de Material Didático, família divertindo-se na mostra de física mecânica, XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foro: Berg Silva



Mostra de Material Didático, Demonstração de Gerador, XI SNEF, Jan/95, Niterói,  
Foto: Berg Silva

### **MOSTRA DE OPTICA**

Coordenadores: Luiz Lunazzi e Marcelo E.H.M. da Costa

---

Foram mostradas experiências com sombras, câmara de furo (caso do espelho para ver o eclipse do sol), prismas e lentes feitos com água, dupla formação de imagens por uma lente, visão estereoscópica e estereogramas (caso do cometa Levy-Shoemaker).

Experiências de interferência e difração com luz comum e com laser, espectroscopia de um laser simples He-Ne e um equipamento compacto para holografia em sala de aula.

---

### **MOSTRA DE MULTIMÍDIA**

Coordenadores: Marcelo Fonte Boa, Filinto Branco e Jairo Selles

---

A Mostra constou de programas que utilizam os recursos de multimeios aplicáveis ao ensino de Física e de Ciências.

---

### **MOSTRA DE ASTRONOMIA**

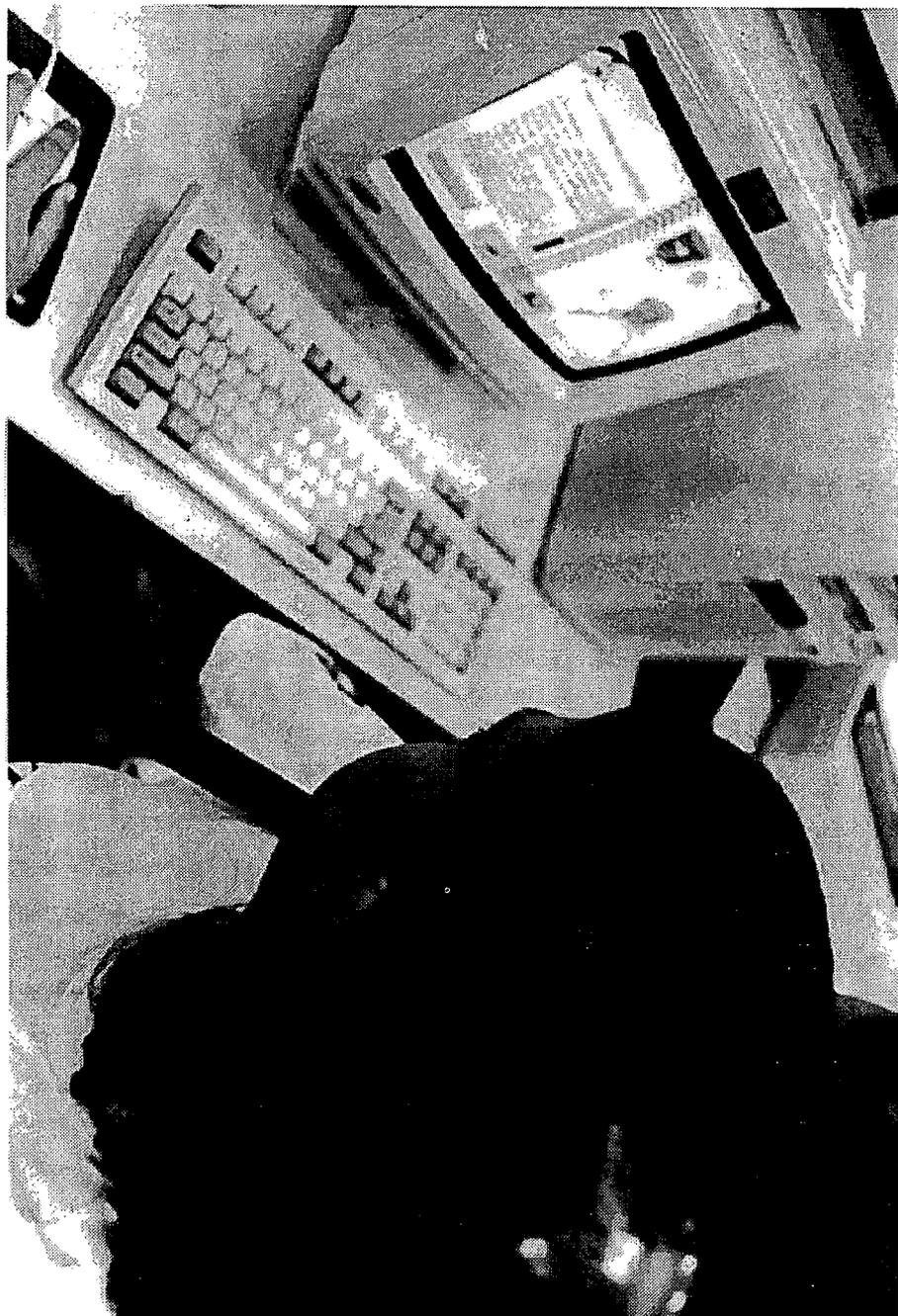
Clube de Astronomia de Niterói "Mário Schenberg"/Espaço Uff de Ciências

---

Raquel de Azevedo, Rejane Rosa do Amaral, Omar Martins da Fonseca, Martin Makler, Marcelo de Oliveira Souza, José Luiz, José Alex Nascimento Moreira, Fernanda Rodrigues Mittelbach

Foi exposto o material utilizado pelo Clube de Astronomia de Niterói nas diversas exposições que realizam, além de material para a observação astronômica.

Foram ainda montados, na área externa do Instituto de Física painéis com informações sobre o sistema solar, onde o visitante percorreu os diversos planetas (representados por modelos tridimensionais). Junto a cada planeta, num painel estavam fotografias ampliadas, tabelas e dados sobre o referido planeta. Comparações com as dimensões da Terra, da Lua, do Sol e do Homem estarão disponíveis. Dados físicos e físico-químicos dos planetas foram igualmente incluídos, correlacionando-os com os temas comumente ensinados em Física



Mostra Multimídia, XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foto: Berg Silva

## VISITAS A CENTROS DE CIÊNCIAS E LABORATÓRIOS

As 4 visitas programadas foram realizadas, com os ônibus com toda a sua lotação ocupada. O Roteiro III passou a incluir o Centro de Ciências do Rio de Janeiro. Além disso uma Visita ao INMETRO foi também realizada, com condução oferecida pela própria instituição.

**ROTEIRO I - Espaço-UFF de Ciências e Museu de Astronomia e Ciências Afins - 44 participantes**

**ROTEIRO II - Instituto de Física e Instituto de Ciências Médicas da UFRJ - 44 participantes**

**ROTEIRO III - Centro de Ciências do Rio de Janeiro e Espaço-UFF de Ciências - 25 participantes**

**ROTEIRO IV - Planetário da Gávea e Departamento de Física da PUC - 37 participantes**

**ROTEIRO V - INMETRO - 24 participantes**

**Total de participantes : 174.** Uma vez que os roteiros foram cumpridos simultaneamente, foi significativo o interesse dos participantes do XI SNEF nesta atividade. Cada instituição organizou visita de 1h e 45min, constando da apresentação das dependências físicas e dos programas organizados, incluindo apresentação de material produzido.

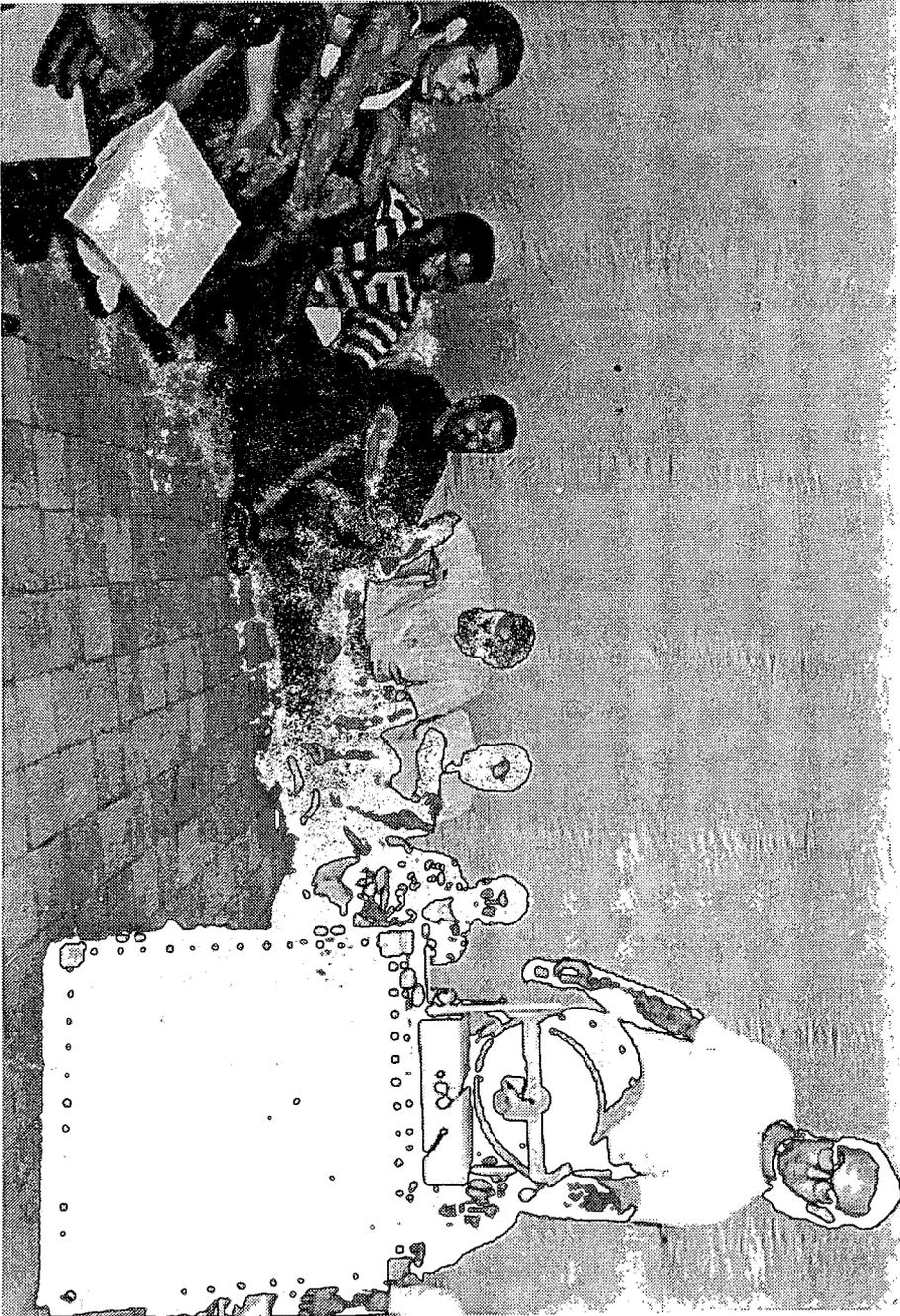
**Informações sobre Centros de Ciências e Laboratórios que foram visitados no dia 25/01**

### **Museu de Astronomia e Ciências Afins**

O Museu de Astronomia e Ciências Afins é uma Instituição vinculada ao CNPq. O seu acervo é constituído de instrumentos do Observatório Nacional, possui laboratórios, biblioteca e videoteca. Organiza visitas orientadas para as escolas, cursos para o público em geral, professores e observações do céu. Nesta visita, os professores e estudantes conheceram a sede do MAST, como também entraram em contato com os programas desenvolvidos pelo Museu.



Oficina de Astronomia, XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foto: Berg Silva



Visita ao MAST. XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foto: Berg Silva



Visita ao MAST, XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foto: Berg Silva

## **Espaço-UFF**

Instituição vinculada à Universidade Federal Fluminense, promove cursos para professores, eventos para público escolar e público em geral.

O seu acervo é constituído de módulos interativos, vídeos e biblioteca. Na visita os professores e estudantes puderam conhecer esse acervo e algumas atividades realizadas pelo Espaço-UFF.

## **Centro de Ciências**

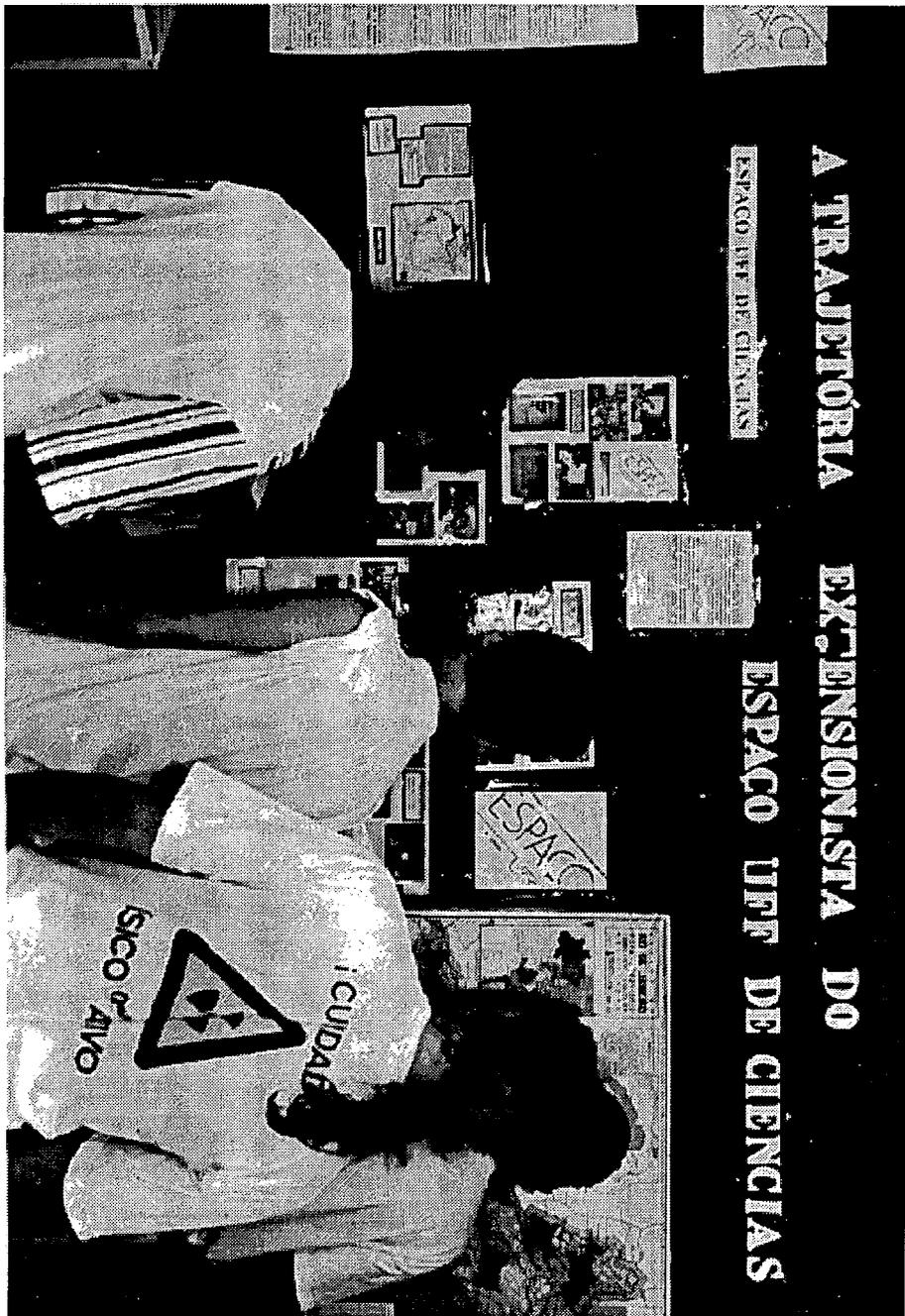
O Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro - CECIERJ é uma instituição vinculada à Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia. Realiza cursos de aperfeiçoamento para professores e atividades extra curriculares para estudantes.

Nesta visita, os professores e os estudantes conheceram os laboratórios e os programas desenvolvidos pelo CECIERJ.

## **Laboratório do Departamento de Bioquímica**

O Laboratório do Departamento de Bioquímica está vinculado ao Instituto de Ciências Médicas da UFRJ. Promove cursos para professores e estudantes da rede de ensino. Os professores participam dos cursos e depois os ministram para estudantes.

Na visita, os professores e estudantes vivenciaram como são os cursos e conheceram o laboratório.



Visita ao Espaço UFF de Ciências, XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foto: Berg Silva

### **Planetário do Rio de Janeiro**

A Fundação Planetária da Cidade do Rio de Janeiro é uma instituição vinculada à Secretaria Municipal de Cultura. Organiza cursos de astronomia para professores e público em geral, exposições, eventos específicos sobre acontecimentos importantes em astronomia, reuniões e congressos. Semanalmente realiza observações do céu e sessões de planetário para escolas e público em geral.

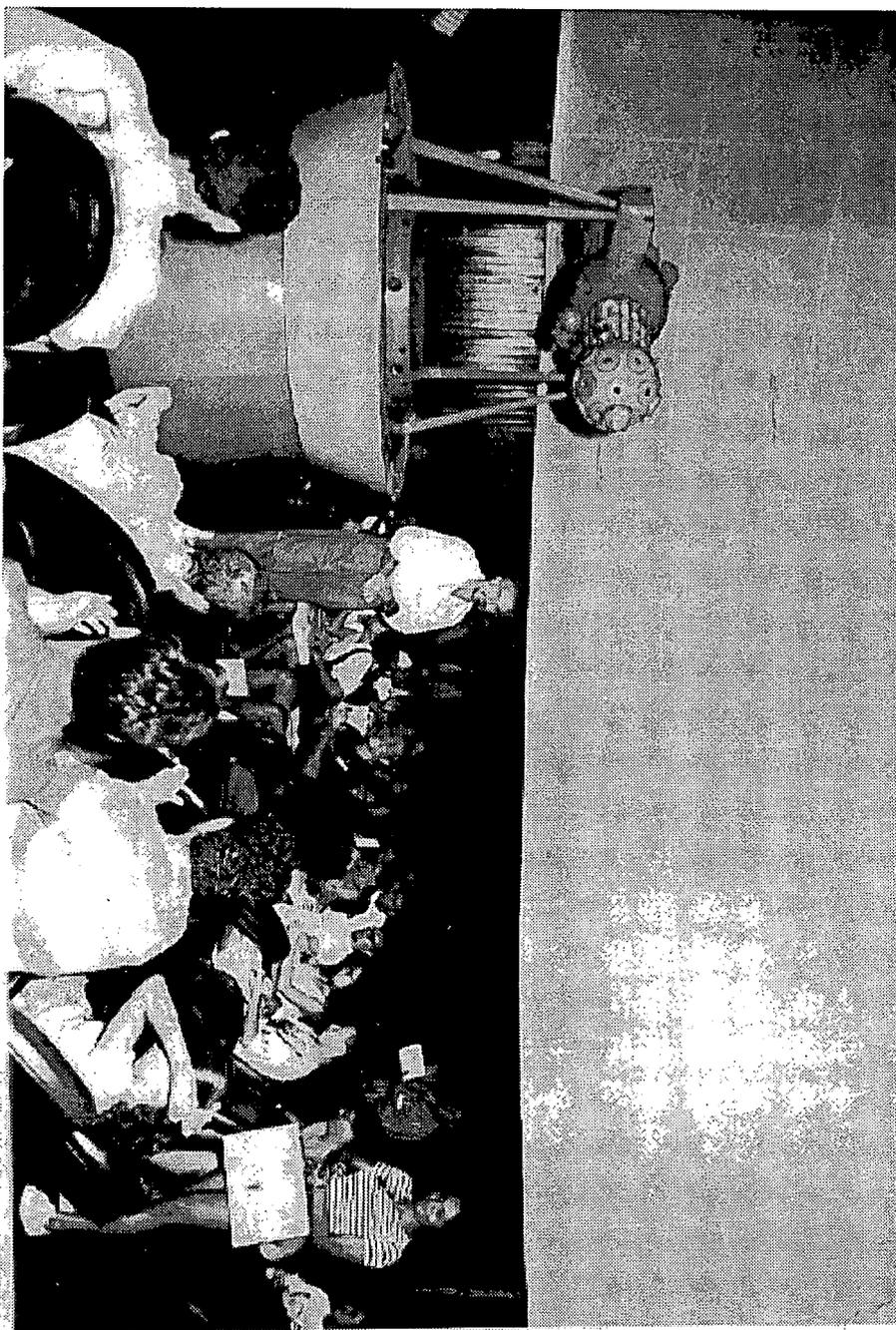
Nesta visita, os professores e estudantes assistiram uma sessão de planetário.

### **Laboratório Didático de Física**

O Laboratório Didático de Física está vinculado ao Instituto de Física da UFRJ e é um laboratório utilizado pelos estudantes de Física, da licenciatura e do bacharelado. O laboratório possui um acervo formado por experimentos e vídeos que os visitantes conheceram no dia da visita.

### **PIUES - PUC/RJ**

O Programa de Integração Universidade Escola Secundária está vinculado ao Centro de Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Promove atividades para estudantes e professores da rede de ensino. Os laboratórios de ensino de Física são abertos às escolas para realização de experimentos pelos alunos, acompanhados de seus professores. Na visita os professores e estudantes conheceram esses laboratórios de ensino e realizaram alguns experimentos.



Visita ao Planetário, XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foto: Berg Silva



Visita ao Departamento de Física da PUC/RJ, XI SNEF, Jan/95, Niterói, Foto: Berg Silva

**ATA da ASSEMBLÉIA FINAL do XI SNEF**

A Assembléia final do XI Simpósio Nacional de Ensino de Física teve início às 14:30 horas do dia 27 de Janeiro de 1995, no Auditório do Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense, com a presença de 122 participantes, sendo 75 sócios da Sociedade Brasileira de Física.

Dando início à sessão, a Profª Glória Pessoa Queiroz, da Universidade Federal Fluminense, Secretária para Assuntos de Ensino da SBF e Coordenadora Geral do XI SNEF, apresentou à plenária a seguinte proposta de encaminhamento para a pauta que foi votada e aprovada:

1. Informes gerais;
2. Balanço do XI SNEF (participantes e finanças);
3. Indicação de nomes para o próximo Secretário de Ensino; definição do local XII SNEF; indicação de nomes para a Comissão de Ensino e para o Conselho da SBF;
4. Relatos de Encontros e Mostras;
5. Moções;
6. Avaliação do XI SNEF;
7. Informes regionais sobre Ensino de Física;
8. Relato da I Jornada Nacional de Pesquisa em Ensino de Física e divulgação de resultados.

Para facilidade de leitura os itens de pauta serão apresentados na seguinte seqüência: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 5, 6.

---

**1. Informes gerais**

---

Foi informado qual será o mecanismo para a distribuição de certificados.

---

**2. Balanço do XI SNEF**

---

A Profª Glória Queiroz apresentou um balanço do XI SNEF:

- a) **Quadro de participação ao XI SNEF:** do total de 644 participantes inscritos oficialmente, 380 eram professores, sendo 111 convidados e 269 inscritos. Entre estes professores 07 eram do 1º Grau, 151 do 2º Grau e 222 do 3º Grau; também se inscreveram 264 alunos, sendo que destes, 01 era do 1º Grau, 14 do 2º Grau, 224 do 3º Grau e 25 de Cursos de Pós-Graduação. Estiveram representados 22 estados, assim distribuídos: RJ - 234 SP - 114; PR - 57; AC - 41; RS - 40; RN - 27; MG - 28; BA - 16; SC - 17; PE - 08; ES - 07; PA - 06; DF - 06; AL - 04; PB - 05; AM - 02; CE - 02; MT - 02; GO - 02; MS - 01; SE - 01; PI - 01. Também compareceram 05 participantes de outros países (02 da Argentina, 02 do Uruguai e 01 da Inglaterra).

- b) **Balanco financeiro:** Recursos recebidos Valor de R\$ 77.220,00 assim detalhados (em R\$): Taxas de inscrição: 10720,00; CNPq: 15.000,00; SESu: 10.000,00; FAPESP: 10.000,00; FAPERJ: 3000,00; VITAE: 8.500,00; FINEP: 20.000,00. Comentando este último item, a Prof<sup>a</sup> Queiroz esclareceu que ainda está em dúvida quanto ao valor a ser liberado pela FINEP. Por outro lado, foram obtidos recursos adicionais na forma de 04 passagens aéreas (03 da CAPES e 01 do CLAF); Pastas, blocos e canetas no valor de R\$ 5.250,00, da Editora HARBRA;
- c) **Recursos adicionais:** Cartazes de divulgação (ERCA); computadores (TEMA INFORMÁTICA); e correio, espaço físico, convites e demais infraestrutura da Universidade Federal Fluminense. Em seguida, a Prof<sup>a</sup> Glória tratou das despesas, apresentando o valor total aproximado: R\$ 70.762,00 e os seguintes valores específicos aproximados (em R\$): Passagens aéreas: 20000,00; combustível: 1.500,00; hospedagem (convidados): 11.000,00; material para oficinas e para secretaria: 2.500,00; despesas com pessoas físicas (Dig, Man, Fot, Bols): 4.500,00; despesas com pessoas jurídicas (Gráfica e aluguel de onibus): respectivamente 5.360,00 e 4.862,00; projeto gráfico para a Homenagem a Pierre Lucie: 6.000,00; outros: 40,00. e o restante reservado para a confecção das Atas do XI SNEF.

---

### 3. Indicação de nomes a serem encaminhados à Diretória da SBF

---

Iniciada a discussão para a indicação de nomes para o próximo Secretário para Assuntos de Ensino da SBF, a Prof<sup>a</sup> Susana de Souza Barros informou que, da consulta à comunidade de pesquisadores da área, surge um nome consensual: Prof<sup>a</sup> Maria Cristina Dal Pian Nobre, atual Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e esclarece que, tendo feito uma consulta informal (Professora Cristina não pode participar do Simpósio por razões pessoais) a mesma indicou que aceitaria o encaminhamento do seu nome. A Prof<sup>a</sup> Glória Queiroz toma a palavra e lê a carta que a Prof<sup>a</sup> Maria Cristina lhe enviou em resposta à sua consulta via fax:

*"Natal, 27 de Janeiro de 1995.*

*Ilma Sra  
Prof<sup>a</sup> Glória Queiroz  
Coordenadora do SNEF*

*Prezada Senhora,*

*Por solicitação de alguns colegas, sócios da Sociedade Brasileira de Física (SBF) e pesquisadores em Ensino de Física, venho manifestar à Asembléia Geral do*

*XI SNEF, que aceito a indicação para assumir a Secretaria de Ensino da SBF, caso seja esta a vontade da maioria dos sócios.*

*É de extrema importância que a Sociedade continue a exercer um papel de liderança no tratamento das questões técnicas e políticas relativas à Educação. Foram físicos, sócios da SBF que colocaram as primeiras questões e procuraram formas de resolvê-las com o conhecimento e métodos de que dispunham. Ao longo dos anos, alguns deles optaram por fazer dessa tarefa sua atividade principal de pesquisa, delimitando um campo de produção de conhecimento característico. Aprenderam a dialogar com outros pesquisadores (biólogos, químicos, matemáticos, educadores, cientistas sociais, etc.). Construíram "escolas" e exercem hoje um papel importante na formação de recursos humanos. Procuram disseminar a ciência de forma crítica e ampla e lutam para fazer do acesso ao conhecimento científico um direito de todo cidadão. Se interessam e estão preparados para discutir problemas amplos da sociedade e da educação.*

*Qualquer iniciativa da SBF nesta área, seja ela técnica ou política, não pode ignorar essa realidade. Isto não significa advogar uma primazia dentro da SBF, mas alertar para a existência de uma condição que muitas vezes parece desconhecida. A interação da área de Ensino com as demais áreas da Física é essencial para que a SBF continue a exercer seu papel histórico. Esta deve ser uma luta de todos nós.*

*Atenciosamente,*

*Maria Cristina Dal Pian Nobre"*

Não havendo mais indicações, procedeu-se à votação e o nome da Prof<sup>a</sup> Maria Cristina Dal Pian Nobre foi aceito com 06 abstenções. A seguir, passou-se à discussão do local do XII SNEF; não havendo nenhuma proposta, fica a discussão para data posterior.

Para tratar da indicação de nomes para a Comissão Nacional de Ensino da SBF, a Prof<sup>a</sup> G. Queiroz convidou à mesa o Prof Roberto Nardi que informou que, a partir das discussões desenvolvidas durante o XI SNEF, os nomes propostos para as diversas regiões são: Norte/Centro Oeste - Prof<sup>a</sup> Umbelina Piubelli (UFMS); Nordeste - Prof Olival Freire Jr (UFBA); Sudeste - Prof<sup>a</sup> Queiroz Pessoa Queiroz; Sul - Prof<sup>a</sup> Virgínia Mello Alves (Pelotas). O Prof Nardi esclareceu ainda que a indicação do nome da Prof<sup>a</sup> Queiroz segue o procedimento de anos anteriores de manter o Secretário de Assuntos de Ensino na Comissão e que as outras pessoas cujos nomes foram propostos aceitam a indicação. Na votação, todos foram aprovados pela maioria, não havendo abstenções nem votos contra.

A seguir a Prof<sup>a</sup> G. Queiroz abriu a palavra para a indicação de nomes para o Conselho da SBF. Mencionou-se a importância de se indicar nomes da comunidade de pesquisadores em Ensino de Física bem como da comunidade de físicos, de modo a

garantir uma política mais aberta no Conselho. Também se discutiu a conveniência de se propôr dois ou cinco conselheiros, optando-se pela indicação de cinco nomes que irão constar da lista de votação. Propôs-se o nome de Arden Zylberstjan que, estando presente, não aceitou. Finalmente a plenária aprovou, com duas abstenções, os nomes de Henrique Lins de Barros (MAST/CNPq); Fernando de Souza Barros (IF/UFRJ); Luiz Carlos de Menezes (IF/USP); Anna Maria Pessôa de Carvalho (FE/USP); Jenner Barreto (IF/UFAL).

---

#### **4. Relatos de Encontros**

---

Devido à sua extensão, os Relatos estão apresentados de forma completa na Seção Encontro das Atas. Abaixo são apresentados somente o número de participantes e, quando for o caso, as sugestões e propostas correspondentes.

##### **Encontro A1**

##### **FÍSICA NOS CURSOS DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE 2º GRAU**

Participantes: 15

##### **Encontro A2**

##### **PROPOSTAS CURRICULARES DE FÍSICA: METODOLOGIA, DISTRIBUIÇÃO DE CONTEÚDOS, AVALIAÇÃO**

Participantes: 70

Recomendações à Assembléia final:

1. Tendo em vista que grande parte dos livros-textos de Física apresentam erros conceituais e distorções pedagógicas diversas e que número elevado de professores definem seus currículos com base nesses textos, recomenda-se à SBF, através de sua Secretaria de Ensino, que promova um estudo analítico dos livros didáticos já publicados e dos que forem surgindo no mercado, procurando divulgar essas análises entre os professores, através de revistas de ensino, secretarias de Educação dos Estados e outros meios considerados eficazes para alcançar a divulgação pretendida.

OBS: Não se trata de proibição nem recomendação para uso de determinado material; deve simplesmente ser uma análise bem feita por pessoa competente, designada pela SBF, através de sua Secretaria de Ensino. Os recursos financeiros para a tarefa deverão ser procurados no SPEC/CAPES ou outros órgãos de financiamento. Poderá também ser criado um grupo de consultores.

2. Recomenda-se ainda que as discussões e idéias consensuais expressas no Relatório deste Encontro sejam levadas em conta em qualquer decisão a ser tomada futuramente pelas autoridades educacionais a respeito de currículos mínimos ou estabelecimento de legislação correlata à definição de propostas curriculares de Física para o 2º Grau.

**Encontro A3**

**ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA A PARTIR DO 2º GRAU**

Participantes: 20

**Encontro B2**

**ENSINO DE ASTRONOMIA**

Participantes: 1º dia: 41; 2º dia: 15.

As principais sugestões:

1. gerar e difundir material didático apropriado ao ensino de Astronomia;
2. realização de um workshop especificamente sobre ensino de Astronomia;
3. articulação com a Associação de Planetários do Brasil, com a rede montada para divulgação do eclipse e com associações de astrônomos amadores, para divulgação e melhoria do ensino de Astronomia;
4. servir de canal de contato entre astrônomos profissionais e a comunidade, em especial estudantes e professores.

**Encontro C1**

**FORMAÇÃO DO PESQUISADOR EM ENSINO DE FÍSICA: AS OFERTAS ATUAIS**

Participantes: 15

**Encontro C2**

**FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA: LICENCIATURAS**

Participantes: 20

**Encontro C3**

**FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS PARA O 1º GRAU**

Participantes: 12

**Encontro C4**

**ORGANIZAÇÃO DE PROFESSORES: ANDES, ANFOPE, SBF, ANPED, SEP**

Participantes: 12

Foram encaminhadas as seguintes propostas:

1. Que temas educacionais mais amplos tenham espaço nos próximos SNEFs permitindo à comunidade se posicionar frente a questões emergentes;

2. Que passem a ser uma prática sistemática nos próximos SNEFs o convite a representantes da ANFOPE, ANPEd, ANDES e demais;
3. Que haja uma maior participação de professores/pesquisadores da área nos congressos promovidos por estas entidades.

#### **Encontro C5**

#### **ASSOCIAÇÃO DE PROFESSORES**

Participantes: 30

Em nível de propostas, ficaram as seguintes “idéias” para serem com o intuito de se criar um fórum de discussão:

1. Na SBPC através de sua secretaria de Educação, devendo-se entrar em contato com os responsáveis para conversa informal;
2. Dar continuidade à discussão ampliada na ANPEd, como locus mais apropriado desde que já constitui um espaço que congrega os pesquisadores das diversas áreas de ciências e onde são discutidos os **problemas das ciências no contexto da educação**.

#### **Encontro C6**

#### **NOVAS TECNOLOGIAS: ENSINO A DISTÂNCIA, REDES, VÍDEO, COMPUTADOR**

Participantes: 21

Propostas para a SBF:

1. Solicitar que esta se dirija às autoridades educacionais para evitar os modismos/casuismos na introdução da informática educativa na escola, preparando-se recursos humanos competentes e críticos e permitindo a flexibilização dos programas a nível da escola/aula.
2. Que se monte um banco de dados e softwares educacionais que estaria a disposição dos interessados a preço de custo. Este serviço requereria uma administração adequada que pudesse responder às solicitações dos interessados que tivessem acesso ao banco de dados através do endereço eletrônico da SBF.

#### **Encontro C7**

#### **ORGANIZAÇÃO DO V EPEF**

Participantes: 20

Resoluções:

1. Regularizar o caráter bi-anual do EPEF em anos alternativos ao SNEF.
2. Data do V EPEF: em 1996, preferencialmente no final de Abril ou início de Maio.

3. A Comissão Organizadora, Profs Maria Cristina Dal Pian Nobre, Maria José PN de Almeida, e Marco Antonio Moreira, irá decidir com o apoio da SBF o local mais adequado para o encontro, devendo este ser no eixo Rio - São Paulo - Minas, em um hotel onde ficarão hospedados os congressistas, como já ocorreu no IV EPEF. Deve haver o máximo empenho da comissão e da SBF no sentido de que haja financiamento total para essa reunião tópica, incluindo passagens e hospedagem. A comissão deverá também empenhar-se junto à SBF para divulgação do encontro junto à comunidade de pesquisadores nacionais e colegas do exterior já presentes no encontro anterior.

### **Encontro D1**

#### **PUBLICAÇÕES PARA O PROFISSIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**

Participantes 50

#### **MOSTRA DE VÍDEO**

Participantes: 12

Sugestão para o XII SNEF:

Ampliar o tempo de exibição dos vídeos (por exemplo até 3 dias) com previsão e organização de horário determinado para o debate com os autores. É importante assegurar que existam espaço físico e equipamentos adequados.

### **Mesa Redonda IV**

#### **FORMAÇÃO DO PROFESSOR E DO PESQUISADOR EM ENSINO DE FÍSICA**

Esta Mesa Redonda foi aqui incluída por propor uma recomendação:

1. Recomenda-se à Diretoria da SBF que a SBF e a Comissão Organizadora do SNEF estabeleçam elos de ligação com entidades pares - ANDES, ANPEd, ANFOPE, Secretarias de Ensino e outras - voltadas para as questões da Formação do Professor e do Pesquisador, visando tanto o intercâmbio de experiências quanto uma produção conjunta de estratégias de intervenção.

---

## **5. Informes regionais**

---

A Profª Deise Vianna, Secretária Regional para Rio de Janeiro da SBF, relatou atividades gerais desenvolvidas em 1992/93/94 (escolas de verão e atividades universitárias). Em seguida, a Comissão Nacional de Ensino da SBF apresentou os informes das atividades de ensino de Física realizadas no biênio 93/94: o Prof Carlos

Rinaldi (UFMT) pela região Centro-Oeste e Norte; o Prof Wojclezh Kulesza (UFPb) pela região Nordeste; e o Prof Roberto Nardi (UNESP) pela região Sul.

Os documentos completos referentes aos Informes Regionais se encontram na seção correspondente nas Atas do XI SNEF.

---

## 6. I Jornada Nacional de Iniciação Científica à Pesquisa em Ensino de Física

---

O documento completo referente às Jornadas encontra-se na seção correspondente das Atas. A seguir apresenta-se um breve sumário.

A Profª Deise Vianna relatou a I Jornada Nacional de Iniciação Científica à Pesquisa em Ensino de Física, criada com o objetivo de propiciar aos alunos de graduação de cursos de Licenciatura em Física a troca de experiências em desenvolvimento em Projetos de Pesquisa em Ensino de Física e/ou de Extensão Universitária, relacionados às atividades de ensino para o primeiro e segundo graus.

Dos 22 trabalhos inscritos, 17 foram apresentados em painéis com exposição oral distribuídos em três sessões:

- I. Ensino de Ciências (Física) para o primeiro grau (5 trabalhos)
- II. Ensino de física no segundo grau (6 trabalhos).
- III. Ensino de física no segundo grau (6 trabalhos).

Uma Comissão julgadora estabeleceu critérios e selecionou 6 trabalhos para publicação nas Atas do SNEF. A Comissão recomenda que a Jornada seja mantida nos futuros Simpósios e que os critérios de seleção e premiação sejam explicitados na chamada dos trabalhos.

---

## 7. Moções

---

### Moção 1

(Encaminhada por Silvia Livi (UFRGS), Coordenadora do Encontro B2: Ensino de Astronomia)

- *Existem hoje no Brasil alguns observatórios astronômicos municipais que se dedicam à divulgação da Astronomia atendendo ao público em geral e, em especial, a escolas de todos os graus.*
- *Esses observatórios desempenham um papel importante no Ensino através do apoio que têm dado através de palestras, atendimento a escolas e organização de observações astronômicas.*
- *Contudo, esses observatórios encontram-se em situação de abandono. Há falta de funcionários, material de apoio e equipamentos, o que poderá inviabilizar a sua própria existência.*
- *Solicitamos, portanto, à SBF o encaminhamento de correspondência às Prefeituras de Diadema (SP), Sumaré (SP), Americana (SP), Campinas (SP), Piracicaba (SP), Brusque (SP) e Poços de Caldas (MG),*

*solicitando a devida atenção a estes observatórios, destacando sua importância para a Cultura e Educação.*

**Votação:** Aprovada com 05 abstenções

### **Moção 2**

(Apresentada por Rute Trevisan (UEL) e encaminhada por Silvia Livi (UFRGS), Coordenadora do **Encontro B2: Ensino de Astronomia**)

Considerando que:

1. *na maioria dos Estados brasileiros, o conteúdo de Astronomia está sendo cada vez mais incluído nos currículos de Ciências das escolas de 1º Grau, do pré a oitava série (veja-se currículo oficial do Paraná)*
2. *os professores de Ciências são, na sua maioria, oriundos de cursos do Magistério (pré a 4ª série) e de Licenciatura em Biologia, Física, e Ciências (5ª a 8ª série) e em cujos cursos não existem tais conteúdos, na maioria deles;*
3. *e que "Astronomia", sendo uma das ciências mais antigas, é necessariamente o enfoque usado na introdução de inúmeros tópicos de ciências; recomendamos que a SBF solicite ao MEC para que indique às Universidades particulares, oficiais e faculdades isoladas, que ofereçam a disciplina Astronomia Básica como disciplina optativa nos currículos de formação de professores dos Cursos de Magistério e de Licenciatura em Biologia, Ciências, Física e Geografia.*

A plenária discutiu a moção. Apontou-se seu caráter potencialmente autoritário e contrário ao movimento de luta pela autonomia das universidades, mencionou-se o risco de uma sucessão infindável de temas a incluir nos currículos e argumentou-se pela alternativa de uma necessária revisão global dos currículos. No entanto, considerando que é geralmente insuficiente a preparação dos professores para lecionar tópicos de Astronomia, sugeriu-se que a Sociedade Brasileira de Astronomia desenvolva um trabalho sistemático junto ao professorado e que a moção seja revisada e apresentada em próximos eventos.

**Votação:** rejeitada pela maioria (106) com 08 abstenções e 08 votos a favor.

### Moção 3

(Encaminhada por João Zanetic, Coordenador do Encontro D1: Publicações para o Profissional de Ensino de Física)

*Considerando que:*

- 1. a Sociedade Brasileira de Física não pode omitir-se nas questões em que seus associados podem contribuir para a solução de problemas nacionais pois, até estatutariamente, não deve restringir-se a interesses corporativos. Entre essas questões, a educação vive longa crise relativamente à qual todos os físicos, não só os pesquisadores em ensino, têm algo a contribuir;*
- 2. a Revista de Ensino de Física é um instrumento que pode se revelar importante desde que efetivamente apoiada. Não se pode, portanto, aceitar que ela fique abandonada, sem recursos, como já aconteceu em longos períodos onde as demais atividades não sofreram discontinuidades; os participantes deste XI SNEF,*
  - 1. não pretendendo restringir-se a "interesses da área", no que trata da Revista, gostariam de ver sua política editorial mais amplamente discutida entre seus associados e ver a direção da Revista participando do debate educacional. O SNEF é um espaço para esse debate e não pode ser ignorado na definição dos rumos da Revista;*
  - 2. à parte disso, convidam o Conselho e a Diretoria da SBF a, no tocante à questão educacional, retomar juntamente com o conjunto de associados, a postura combativa que essa Sociedade já teve noutros momentos.*

Seguem-se os nomes de João Zanetic, Luiz Carlos de Menezes, Maria Regina Kawamura, Yassuko Hasoume, todos da USP.

**Votação:** aprovada com 04 abstenções

### Moção 4

(Encaminhada por Margarida Santana (ANDES/UFF) à Diretoria da SBF, solicitando a subscrição ao **Manifesto de Criação e Adesão ao Fórum de Ciência & Tecnologia e Desenvolvimento**)

Diz o Manifesto:

- Na 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, realizada em Vitória, a ANDES, a SBPC e a ANPG apresentaram à comunidade científica e à sociedade em geral a*

*proposta de constituição de um Fórum Nacional de Ciência & Tecnologia e Desenvolvimento.*

- *Este Fórum deve se constituir em instância democrática e socialmente representativa de elaboração e controle das políticas de desenvolvimento científico e tecnológico, garantindo a qualidade e a permanência destas políticas, bem como a intensificação do apoio à pesquisa científica e tecnológica e à articulação dos organismos executores e de fomento.*
- *O Fórum atuará de forma autônoma de governos e do Estado, e deverá ser uma instância de organização da sociedade civil, comprometida com a Democracia, a Educação e a Cidadania na perspectiva de fortalecer o espaço público e reverter a apropriação privada do Estado.*
- *Conclamamos as entidades que concordarem com os princípios expostos acima e que queiram compor o referido Fórum a subscreverem este documento e a participarem da primeira reunião a ser marcada brevemente.*

**Votação:** aprovada com 05 abstenções.

### **Moção 5**

(Moção apresentada pelos sócios, presentes na Mesa-Redonda sobre "Divulgação", das seguintes instituições: Museu de Astronomia e Ciências Afins - MAST/RJ; Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro - CECIERJ; Espaço Ciência Viva - Espaço UFF de Ciências; Estação Ciências; Fundação Planetário do RJ; Casa de Oswaldo Cruz - FIOCRUZ; Museu Nacional/UFRJ)

Moção a ser encaminhada pela SBF aos Srs. Ministros de Ciência e Tecnologia, de Educação e às Secretarias Estaduais de Ciência e Tecnologia e de Educação:

*Considerando que os Centros de Ciências e os Museus de Ciência e Tecnologia têm desenvolvido programas relevantes de divulgação científica, pesquisa em educação para a ciência, produção de material escrito, vídeos, experimentos e revistas que contribuem de forma significativa para a melhoria da qualidade do ensino de ciências nas escolas e para a ampliação da cultura científica da sociedade brasileira, recomendamos apoio, incentivo e preservação das instituições que desenvolvem estes programas, por meio de políticas públicas voltadas para as áreas de divulgação e educação científica.*

**Votação:** Aprovada com 01 abstenção

## 8. Avaliação do XI SNEF

---

A seguir e para encerrar os trabalhos a Professora Glória Queiroz deu início à avaliação do XI SNEF.

O Prof João Tertuliano comentou a notável maturidade nos encaminhamentos e a generosidade nas trocas de experiências, que resultam em crescente produtividade e assinalou a necessidade de se estabelecer parcerias entre professores e pesquisadores. Parabenizou a Comissão Organizadora do XI SNEF e, lamentou a ausência dos grupos de produção cultural da UFF, em particular da Escola de Cinema da UFF que poderia ter oferecido contribuições importantes para a Mostra de Vídeos, recomenda que o próximo SNEF preencha esta lacuna. Acrescentou que a decisão de aumentar o número de Cursos-Oficinas, apesar de envolver riscos, tem-se mostrado oportuna e adequada e deve ser mantida, ficando a ênfase nas discussões técnicas e das políticas educacionais para os EPEFs. Sugere ainda que os SNEFs sejam realizados em locais onde possam alojar-se todos os participantes.

O Prof Paulo Cesar Ventura comentou que a Mostra de Vídeos foi boa e sugere que em futuros Simpósios conte com espaço físico e equipamentos por um período de tempo maior (por ex. três dias), incluindo-se horários para debate com os autores.

O Prof Roberto Nardi, comparando o X e XI SNEFs, comentou quanto às razões do número de alunos de graduação, que aumentou neste SNEF por causa da *Iª Jornada Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*, o que comprova que esta foi uma iniciativa positiva. Assinalou que conseguiu-se manter o nível de participação dos professores, o que se deve aos acordos com as Secretarias de Educação. Parabenizou, finalmente, a Comissão organizadora local e apresentou seus votos de sucesso para a próxima comissão.

A profª Deise Vianna, após comentar que a mudança de estrutura, com 43 cursos/oficinas realizados, alcançou um alto número de inscrições e resultou em trabalho significativo para os participantes, mencionou a necessidade de proceder a uma avaliação dessa mudança, que dificulta o encontro entre pares e, talvez, não permita que os participantes tenham uma visão de conjunto do que está se desenvolvendo nesta área de conhecimento. Questionou ainda a viabilidade de se aprender alguma coisa em profundidade em 08/12 horas, sugeriu que alguns cursos sejam transformados em grandes palestras de três horas com distribuição prévia de material escrito para discussões posteriores.

A Profª Marta Pernambuco assinalou: (i) a necessidade do espaço físico dos futuros Simpósios incluir um ponto de encontro ou área de circulação comum, permitindo encontros e trocas entre participantes; (ii) a importância de se ter rompido com a estrutura anterior dos Simpósios, mas alertando para o fato que o excesso de atividades paralelas - inevitáveis - dificultou uma visão do quadro geral em cada eixo.

Sugeriu ainda que se reserve um tempo livre (por ex. das 14 às 16 hs) e que se repense o SNEF como um grande espaço de troca.

O Prof Laércio Ferracioli parabenizou a Comissão organizadora e relatou sugestões colhidas durante o evento: (i) o Simpósio deveria iniciar com uma mesa redonda geral e concluir com várias mesas-redondas que efetivamente apontem para fechamento / sistematizações, o que foi proposta inicial deste SNEF e não aconteceu na realidade; (ii) o horário dos cursos à tarde (com aulas de 04 horas) deveria ser modificado (p. ex. das 14:30 às 16:30 ou 17 hs) e deveriam incluir-se tempos livres; (iii) as sessões de painéis e comunicações orais não deveriam ocorrer todas no mesmo dia e horário devendo-se ampliar o tempo dedicado a estas atividades; (iv) o espaço físico deve incluir espaço de troca e comunicação (com bar/café).

Um professor de Goiás avaliou que o tema deste SNEF: "Mudança", é fundamental mas respostas explícitas devem ser apresentadas à sociedade; os cursos são fundamentais para professores de 1º e 2º Graus e alunos de graduação mas deve-se abrir também espaços para as questões políticas.

A Profª Maria José de Almeida reafirmou sua opinião quanto à boa organização do evento e à necessidade de se iniciar com mesas-redondas apontando as questões a serem discutidas ao longo do evento; questionou a viabilidade dos cursos para troca de experiências e aprofundamento de temas sugerindo que escolas/cursos de verão possam ter este papel; os SNEFs deveriam contar com maior número de palestras.

O Prof. Idevaldo Bodião chamou a atenção para o fato que a função dos cursos/oficinas é sobretudo de sensibilizar os participantes para as questões de ensino e que aqueles para os quais foram oferecidas estas atividades não estavam se manifestando; alertou ainda que, para os pesquisadores, existem outros fóruns de discussão.

O Prof. João Tertuliano apresentou comentário confirmando a fala do Prof Bodião.

A aluna Sonia Mara, atendendo à solicitação do Prof. Bodião, falou do aproveitamento obtido por ela nos cursos atendidos e insistiu que os próximos Simpósios devem manter a oferta de cursos.

Não havendo outras manifestações da plenária, a Profª Glória Queiroz concluiu a avaliação do XI SNEF lembrando que a responsabilidade (decisão) de se oferecer um elevado número de cursos foi coletiva, já que foram consultados várias pessoas e grupos significativos nesse respeito. Foram recebidas aproximadamente 80 propostas de cursos das quais foram selecionados 52. A Profª G. Queiroz comentou ainda que foram realizados 43 cursos/oficinas e lamentou o cancelamento de 9 deles, muitos em última hora. Questionou a necessidade de sistematizações e sínteses (por exemplo por meio de mesas-redondas) apontando a participação limitada nestes momentos (comentou sobre as pessoas saindo durante a mesa-redonda inicial) e mencionou a reduzida participação nas mesas-redondas finais. Mostrou que a participação maciça nos cursos comprova que é esta demanda do professorado e que

a comissão organizadora do XII SNEF deverá ouvir estas pessoas. Comentou ainda que o SNEF não se encerra com uma assembléia final mas continua através de vários desdobramentos de longo prazo e que conclusões, sínteses e respostas quanto ao tema das “Mudanças” deverão aparecer nas Atas com os resultados apresentados pelos coordenadores das mesas-redondas. Em seguida agradeceu às diversas sub-comissões pelo seu empenho na organização e realização do XI SNEF. Explicou que a ausência dos grupos culturais da UFF ocorreu por ser este um período de férias, mencionou a limitada rede hoteleira de Niterói e as soluções encontradas para alojamento de professores e participantes, e reafirmou a conveniência de se continuar a utilizar o espaço físico das universidades para hospedar um evento como o SNEF, que conta com um número elevado de cursos e atividades similares já que estas possuem infraestrutura adequada para suprir às necessidades do Simpósio.

A Prof<sup>a</sup> parabenizou os alunos selecionados na I Jornada Nacional de Iniciação Científica à Pesquisa em Ensino de Física, desejando que eles mantenham o interesse pela Educação demonstrado nesta oportunidade e em seguida deu por encerrada a Assembléia e o XI Simpósio Nacional de Ensino de Física.

E eu, Prof<sup>a</sup> Dominique Colinvaux lavrei esta Ata em colaboração com a Prof<sup>a</sup> Susana de Souza Barros.

## RELATOS REGIONAIS

Relato das atividades desenvolvidas no nível universitário e promovidas pelos S. Reg. SBF.

---

### I - Nordeste

---

Paraíba  
Campina Grande (Paraíba)  
Pernambuco  
Bahia  
Sergipe  
Alagoas  
Rio Grande do Norte  
Ceará

---

### II - Centro Oeste

---

Mato Grosso  
Minas Gerais (UFMG)  
Paraná (UEL, UEM, UFEPG, UFPR, CEFET)

---

## RELATO DE ATIVIDADES DA REGIÃO CENTRO OESTE 1993/1994

### Fevereiro de 1993

Inicia-se a linha de Pesquisa em Ensino de Física no Mestrado em Educação Pública da Faculdade de Educação da UFMT, com 04 alunos. Atualmente estamos com 07 alunos, sendo que 02 defendem dissertação este ano (1995).

A linha conta com 03 doutores, sendo um professor visitante e 01 mestre.

Tem desenvolvido trabalhos na linha de concepções alternativas, material didático e metodológico e Instrumentação para o Ensino de Física.

A seleção realiza-se no 4º trimestre de cada ano (inscrições em outubro provas em novembro) para ingresso no ano seguinte.

### Outubro de 1993 e dezembro de 1994

Realizou-se o II/III Encontro de Ciências, Matemática e Educação Ambiental - promovido pela Rede SPEC na UFMT - clientela professores de 1º, 2º e 3º graus, alunos de 2º grau de Graduação. Contamos com 900/900 participantes respectivamente.

### Novembro de 1993

Realizou-se na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul o V Encontro de Pesquisadores em Física do Centro-Oeste, contando com 200 participantes.

### **Setembro de 1993/1994**

Realizou-se na Universidade Federal de Goiás a IX e X Semana do Instituto de Física e Matemática com  $\pm$  300 participantes. A clientela centrou-se em professor de 1° e 2° graus, bem como alunos de Graduação.

### **A Realizar:**

### **Junho de 1995**

Dias 7, 8 e 9 realizar-se à na UFMT - promovido pela rede SPEC o IV Encontro de Ciências Matemática e Educação ambiental. Clientela: Professor de 1°, 2° e 3° graus e alunos da graduação.

---

### **III - Sudeste**

---

Rio de Janeiro

Niterói

Espírito Santo

USP

UNICAMP

UNESP

### **RELATO DA SECRETARIA REGIONAL DA SBF - RJ SOBRE AS ATIVIDADES DE ENSINO DE FÍSICA DESENVOLVIDAS NO ESTADO**

O Rio de Janeiro tem apresentado diferentes atividades de ensino de Física nos últimos 5 anos.

A Secretaria Regional da SBF organizou a II Escola de Verão para Licenciandos (1992), II Escola de Inverno para Bacharelandos (1993), e a III Escola de Verão para Licenciandos (1994). Contou sempre com o apoio de professores e alunos das Instituições de Ensino de Física do Estado: UFRJ, UFF, UERJ, UFRRJ e PUC.

Há também, no Rio de Janeiro, Instituições que desenvolvem atividades de divulgação científica, para alunos e público em geral: MAST, Espaço Ciência Viva, FIOCRUZ, CECIERJ, Espaço UFF e Planetário do Rio de Janeiro. Muitos deles mantendo programas constantes de atualização de professores.

É importante salientarmos este aspecto, atualização de professores, pois tivemos Programas oficiais desenvolvidos pelas redes estadual e municipais de ensino: PIAC, RENAF-VITAE, PAPRE, PIUES (PUC-RIO).

Temos ainda cursos de especialização em ensino de Ciências (Física) e Educação Ambiental, desenvolvidos pela UFF.

Quanto à graduação, temos poucos alunos formados nos 5 cursos oferecidos: UFRJ, UFF, UFRRJ, UERJ e PUC-RIO. Há uma expectativa maior em relação aos

cursos noturnos que começam a se estabelecer, como é o exemplo da UFRJ, com 95 inscritos no período de 1992 a 1994, com proposta curricular inovadora.

---

**IV - Sul**

---

Rio Grande do Sul (UFRGS)

UNIJUI

URG

UFSM

UF Pelotas

## ORGANIZAÇÃO

O XI SNEF foi organizado por uma Comissão Nacional e uma Local (Executiva).

A **Comissão Nacional** foi composta pela Secretária para Assuntos de Ensino e pelos membros da Comissão para Assuntos de Ensino da SBF:

- Glória Pessoa Queiroz - Inst. Física/UFF
- Artur Eugênio Quintão - CECIMIG/UFMG
- Carlos Rinaldi - Inst. Física/UFMT
- Roberto Nardi - Fac. de Educação/UNESP
- Wojciezh Kulesza - Fac. de Educação/UFPb

A **Comissão Local** foi formada pelos professores subdivididos nas comissões abaixo:

### **Comissão de Programa:**

- Deise Vianna e Susana de Souza Barros (UFRJ)
- Dominique Colinvaux, Sônia Krapas Teixeira e Glória Queiroz (UFF)
- Guaracira de Gouvea e Francisco Creso Franco Júnior (MAST)
- Valter Gomes Lima (UFRRJ)

### **Comissão de Infra-Estrutura e Multimeios:**

- Isa Costa, Renato Cardoso Santos, Lúcia Almeida, Marly Silva Santos e Margarida Santana e Célia Maria Santos Santiago (UFF e SEE)

### **Comissão de Atividades Culturais:**

- Conceição Barbosa Lima (UERJ)
- Lúcia Almeida (UFF)
- Valter Gomes Lima (UFRRJ)

### **Comissão de Alojamento, Transportes e Alimentação:**

- Margarida Santana, Aldo Muniz Ferreira, Célia Maria Santos Santiago e Grupo de Alunos de Física da UFF

### **Comissão de Projetos e Finanças:**

- Deise Vianna, Glória Queiroz e Susana de Souza Barros

### **Comissão de Inscrições e Certificados:**

- Renato Cardoso, Virgínia Esberrard, Luiza Oliveira e Grupo de Alunos do Curso de Física da UFF



Paisagem observada pelos participantes do XI SNEF, Jan/95, Niterói,  
Foto: Berg Silva

