

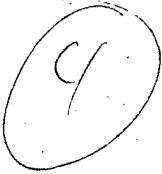
REVISTA BRASILEIRA DE FISICA

Volume Especial Nº 2 Outubro de 1976

São Paulo Brasil

REVISTA BRASILEIRA DE FÍSICA

III SIMPÓSIO
NACIONAL DE
ENSINO DE FÍSICA
(ATAS)



Realizado na Universidade de São Paulo, de 25 a 30 de janeiro de 1976

Volume Especial Nº 2 Outubro de 1976

Publicação da Sociedade Brasileira de Física. Subvencionada pela Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).*

* A FAPESP também subvencionou parte do primeiro volume.

São Paulo Brasil

Formação do Professor

1 COMUNICAÇÕES

A₁ – LA INTEGRACIÓN CIENTÍFICO-HUMANISTA EN PROFESORES DE FÍSICA DE LOS CICLOS DE ENSEÑANZA PRIMARIA Y MEDIA.

ATIENZA, Luis A. – Universidad Nacional de Córdoba.

La necesidad de una enseñanza activa de la Física tanto en los niveles primario como medio, y que deje implícito en el alumno su interacción humanística con el medio circundante, exige la urgente requisitoria de formar Profesores de Física dentro del marco científico-humanista, con el fin de que ellos lleven al alumno, no ya en la relación profesor-alumno, sino en el sentido de estudiante-guía, a una mejor comprensión de los hechos reales que el estudiante por sus propias facultades intelectuales pueda descubrir e interpretar, tanto en la faz técnico-científica de su captación, como en la faz humanística del fenómeno, reproducido natural o artificialmente en su etapa de experimentación en el gabinete de ciencias.

La enseñanza impartida por estos profesores capacitados científica y humanísticamente debe dejar en el estudiante el deseo de ir profundizando sus conocimientos, a la vez que estimula nuevas perspectivas de investigación de fenómenos que le son dables observar a diario.

Como consecuencia lógica de esta enseñanza científico-humanista, deberá quedar en el sujeto receptor una amplia visión y mayor comprensión del mundo que lo rodea, adecuándolo así para una mejor integración a la sociedad en que vive.

La necesidad de una enseñanza activa de la física en los niveles preuniversitarios, tiene por fundamento someter al individuo en lo que se daría por llamar su introducción al mundo que lo rodea, mediante el conocimiento científico-humanista de cada fenómeno que le es dable captar con sus

sentidos, y a través de esta captación llegar a conclusiones lógicas que le permitan aprovecharlas para una mejor identificación con el universo del cual forma parte.

Debe descartarse por lo tanto, toda enseñanza impuesta por el profesor, para así poder alcanzar a desarrollar la acción de pensamiento del individuo como tal; evitando la masificación de ideas que puedan surgir de una instrucción científica colectiva, donde lo que predomina es el pensamiento impuesto del profesor.

La preparación que puede lograr aquí el individuo, le servirá tanto para dominar los hechos comunes que le toca vivir a diario, como para desarrollar actividades técnico-científicas, imponiendo sus puntos de vista en cada investigación realizada, con un alcance mayor de las interpretaciones dadas y una mejor integración real con el medio ambiente.

ALCANCE HUMANÍSTICO DE ESTA ENSEÑANZA

Cuando nos encontramos frente al estudiante que debe recibir toda la información, debemos pensar que tenemos ante nosotros una individualidad a la que hay que formar, dirigir y despertar de su interior su poder pensante. Pero cómo debemos realizar todo esto? Como primera medida, el profesor tiene el deber de edecuararse al mundo que lo circunda, considerando al alumno como individuo; teniendo en cuenta que la enseñanza que va a impartir será utilizada humanísticamente por él, para reconocer, diferenciar y sacar utilidad de los distintos fenómenos físicos que se producen en cada instante de su existencia. En segundo lugar, debemos pensar que si tecnificamos al individuo, encerrandolo en un estrecho campo de aprendizaje, donde todo sea ciencia y técnica, llegará un momento en que el mismo descuidará la otra parte importantísima de su misión como tal, que es su interacción con la faz humanista de los otros campos científicos. Por eso, el profesor no debe descuidar ninguno de los dos tipos de instrucción: la científica y la humanista. Es decir que las dos tienen que seguir un camino paralelo de integración,

sin darle menor cabida a una en beneficio de la otra, y vice-versa.

DIFERENCIACIÓN ENTRE LA RELACIÓN PROFESOR-ALUMNO Y ESTUDIANTE-GUÍA

Toda relación que comprenda una parte receptora y otra dadora, puede influir de muy diversas maneras, especialmente cuando se trata del tema Educación. Esta palabra tan usada y llevada a través de los siglos por tan diversos caminos, debe ser tratada con todo nuestro respecto cuando hacemos uso de ella. El profesor dentro de la educación, más que profesor debe ser un verdadero guía para el estudiante, dejando de lado la creencia de que él es quien todo lo sabe y al que se le debe una constante sumisión en lo que respecta a sus ideas científicas e interpretaciones. Se le debe dar lugar al estudiante para que sea él quien ponga sus ideas y realice sus descubrimientos e interpretaciones, con la ayuda de un guía que lo oriente en forma sistemática hacia el fin que quiere alcanzar. De esta forma se lograrán resultados exitosos, ya que con cada descubrimiento, se alienta al sujeto receptor a continuar una cadena infinita de investigaciones, que le van haciendo más llano el camino para una interpretación global del universo.

Así es que el profesor de física, debe ser formado desde su base, con ideas de colaboración y no con ideas de imposición, que serán perjudiciales tanto para él, como en mayor grado para el estudiante. En su formación el profesor no sólo debe adquirir el conocimiento científico del que tendrá que hacer uso durante su docencia, sino que también deberá incorporar, así sea en mínima proporción, conocimientos generales que le ayuden a un mejor desarrollo de su actividad.

ETAPA DEL DESCUBRIMIENTO E INTERPRETACIÓN

El estudiante debe alcanzar esta etapa de descubrimiento e interpretación, luego de una relación previa entre estudiante y guía, en donde se le haya instruido acerca de

qué comprenden los fenómenos físicos, porqué se producen, y que condiciones se deben encontrar para que ellos ocurran. Así el estudiante, conciente ya de que existen esos fenómenos, pueda interpretarlos a su modo y seguir distintos caminos para llegar a uno determinado y obtener una real deducción de lo que él ha producido. Formular sus hipótesis y leyes, comentarlas a estas con el guía, y llegar concreta y logicamente, con la imponderable ayuda de este último, a la conclusión de que todo fenómeno que se produce una vez, puede ser reproducido cuantas veces se desee, y por el camino que a él le parezca el más adecuado para su realización. El gabinete de ciencias se torna así, indispensable en esta etapa de formación, y así lo debe comprender el guía que hace surgir la luz del conocimiento en cualquier período de instrucción científica.

PAPEL PREPONDERANTE DEL GABINETE DE CIENCIAS

Como lo dijimos más arriba, el gabinete de ciencias es indispensable, y lo es porque solamente cuando el estudiante reproduce un fenómeno, puede ver la magnitud científica del mismo, por insignificante que parezca ese fenómeno; en el gabinete de ciencias, el guía debe infundir al estudiante todo lo real y maravilloso que existe en el mundo que lo rodea. Allí, el último alcanza a comprender la verdadera realidad de su mundo físico. Porque se produce todo cambio en la naturaleza y los beneficios que el hombre puede obtener de ellos. Así como las precauciones que se deben tomar para que ciertos fenómenos no sean nocivos para su existencia, por cierto, fenómenos reproducidos por la propia mano del hombre.

En el gabinete de ciencias se deben ir superando etapas, es decir partiendo de experimentaciones simples hasta llegar a las más complejas, de esta manera se edecua al estudiante a una superación constante en sus investigaciones físicas e interpretaciones reales de los hechos producidos.

PORQUE SE DEBE PREPARAR AL PROFESOR DE FÍSICA

El profesor de física debe tener una preparación científico-humanista que le permita ser uno más de los estudiantes que forman el grupo de investigación, y no un ente aislado que se encuentra constantemente fuera de la participación activa de toda acción en el gabinete de ciencias. Porqué debe ser ésto así? Porque solamente de esta forma se elimina del estudiante sus prejuicios de si tendrá éxito o no en una experiencia, o su temor para hacer oír sus ideas acerca del fenómeno realizado. El profesor debe dejar de lado su papel de tal y formar parte activa del grupo de trabajo, respectando cada idea y luego discutiendola con el estudiante para sacar conclusiones lógicas sobre la tarea efectuada. Una formación humanista es indispensable en el profesor, sólo así sus enseñanzas-guías tomarán el verdadero valor que necesitan para ser incorporadas al estudiante. De allí, éste extraerá sus frutos, para su diario vivir, frutos que le ayudarán a integrarse perfectamente a la sociedad que forma parte.

COMO INFLUYE EL GUÍA EN LA CAPTACIÓN DE LOS FENÓMENOS

El guía en el gabinete de ciencias, debe influir en la captación de los fenómenos realizados, de manera tal que ésto no sea percibido por el alumno, dejando en éste la plena convicción de que ha interpretado total y verazmente toda la magnitud de la experimentación.

De esta forma, el estudiante no sólo se sentirá con mayor capacidad de continuar sus trabajos, sino que también pondrá todo lo que está a su alcance para mejorar cada uno de los pasos de su investigación, y para llegar a conclusiones cada vez más claras y detalladas. El guía debe permitir, incluso, que el propio estudiante prepare el material con el que realizará sus experimentaciones; de tal forma, éste último se compenetrará, ya antes de las mismas, con todos los elementos que hará participar en su juego cientí-

fico. Lo llamamos así, porque una vez internado el alumno en el campo de la investigación, cada etapa se torna para él, un verdadero juego de superación y aprendizaje en el que el guía recibe toda la gratitud del estudiante, por haberle ayudado a comprender el universo que lo rodea.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a las experiencias recogidas, en los niveles de enseñanza primaria y media, se llega a la conclusión de que sólo profesores con preparación científico-humanista pueden alcanzar un grado óptimo en sus educandos, porque así como saben hacer interpretar la faz científica de sus enseñanzas, también fijan perfectamente la faz humanística de ellas. Porque preparan al estudiante no ya para que aprendan tal o cual ley o desarrollo de determinado fenómeno, sino por el contrario, le permitan ver la parte más importante de las ciencias, y que es su integración a los grupos humanos, que hacen de ella un continuo engranaje, del que salen cosas útiles para su mejor convivir.

No importa que este tipo de enseñanza científico-humanista sea dirigida a grupos que seguirán sus estudios en ciencias, o a aquellos que elegirán otras disciplinas, lo interesante es que todo aquel que reciba una instrucción en cualquier rama del saber, sepa el porqué real de cada cosa y su verdadera utilidad dentro del universo que le toca vivir. De otra forma, todo lo que pueda captar su inteligencia, será materia inerte en un mundo que avanza continuamente hacia una mayor acción en el perfeccionamiento de la raza humana.

A₂ - UM CURSO PARA TREINAMENTO DE PROFESSORES

PACCA, Jesuina Lopes de Almeida — Instituto de Física — USP

Este trabalho é uma proposta de uma sequência de atividades a serem desenvolvidas num curso para treinamento de professores num programa de ensino de física.

A proposta está baseada em resultados de cursos deste tipo que foram desenvolvidos nos dois últimos anos, para o Projeto de Ensino de Física.

O treinamento deve levar o participante a conhecer o programa quanto ao seu conteúdo e também quanto a sua metodologia. O participante, no treinamento, desempenha o papel de aluno e de professor.

Como o aluno, ele deve trabalhar com o material e experimentar a interação entre o professor e os alunos em situação real, sempre orientada pelo professor do curso de treinamento e adequada ao programa. Como professor, ele deve produzir material para discussões, avaliações e complementação de acordo com os objetivos do programa e as orientações do Guia do Professor.

Um esquema levando em conta estas considerações, foi utilizado em forma preliminar, em fevereiro de 1975. O treinamento levou duas semanas (80 horas) e os participantes desenvolveram as seguintes atividades básicas: trabalhar com o material destinado aos alunos, preparar avaliações adequadas ao material e participar de uma reunião geral onde a discussão das avaliações propostas levava a definição operacional dos objetivos do programa.

O Projeto de Ensino de Física para o curso de 2º grau elaborado por docentes do IFUSP¹, tem oferecido cursos para professores, onde se procura treiná-los numa maneira de

ensinar.

Este trabalho é uma proposta de sequência das atividades a serem desenvolvidas num curso de treinamento de professores para aplicação de um projeto de ensino de física.

A proposta está baseada em resultados de cursos deste tipo, que foram desenvolvidos nos últimos dois anos com o Projeto de Ensino de Física do Instituto de Física.

O Projeto de Ensino de Física é um programa de ensino onde não existem aulas expositivas; em vez disso, propõe tarefas para serem realizadas pelos alunos.

O treinamento de professores para utilização de projetos desse tipo tem grande importância para o sucesso do projeto e seu aproveitamento integral pelos alunos. O treinamento deve levar o professor a conhecer o conteúdo tratado no programa, e principalmente, a forma de trabalhar com os alunos. Neste sentido, o principal objetivo do treinamento deve ser o de desenvolver, nos professores participantes, atitudes adequadas à metodologia do programa.

Num curso de treinamento, o participante deve ser ao mesmo tempo aluno e professor. Na situação de aluno, ele deve trabalhar com o material do Projeto em todos os detalhes que são colocados para os alunos, embora esse trabalho não precise se estender a todo o programa. Ele também deve experimentar a interação que o programa prevê entre os alunos e entre aluno e professor numa situação real. Esse trabalho deve sempre ser orientado pelo professor do curso de treinamento de forma adequada ao programa. A atitude do professor será aquela que se espera dos participantes quando estiverem com seus alunos; o nível ou profundidade das discussões poderão ser diferentes daqueles de uma situação real, mas o que deve ser enfatizado nessa situação é a metodologia. A atenção dedicada pelo professor ao participante é importante, porque ele deve oferecer essa mesma atenção aos seus alunos.

Ocupando a situação de professor, o participante deve conhecer claramente o objetivo do programa estudado a ser atingido pelo aluno. O participante, durante o treinamento,

deve ser levado a identificar os objetivos do programa em sua forma comportamental, isto é, verbalizar os objetivos em termos de respostas observáveis dos alunos. Isto permitirá produzir avaliações adequadas ao programa.

Levantar objetivos pode não parecer muito útil aos participantes, mas produzir questões de avaliação certamente o será. Propomos então que uma tarefa importante no treinamento seja a elaboração de avaliações. Para que esta tarefa seja eficiente no sentido de avaliar corretamente o programa, ela deve ser executada com vistas a identificar os objetivos do programa, levando em conta as condições dadas pelo projeto e o critério de desempenho para as respostas exigidas².

As avaliações produzidas pelos participantes deverão ser discutidas por todos, sob a orientação do professor. Gradativamente, a discussão deverá ser conduzida de modo a identificar a questão de avaliação com os objetivos do programa. É importante que na sessão de discussão o professor deixe que os próprios participantes cheguem a resultados e intervenha somente para orientar a discussão, procurando incluir um grande número de objetivos, tanto de conteúdo, como de técnicas e habilidades desenvolvidas no programa.

Como resultado final do treinamento, o participante deve ser capaz de identificar claramente o que está sendo avaliado e garantir sua adequação ao programa. O professor também deve levar o participante a especificar as condições necessárias para que a resposta seja dada pelo aluno, bem como o critério que será utilizado para o julgamento da resposta.

A preparação de algum material de ensino, como questões para discussão em classe ou outras experiências relacionadas com os objetivos do programa, é outra tarefa que deve ser desenvolvida no curso de treinamento. O objetivo desta tarefa não é a produção de novos materiais, mas sim fazer com que os participantes trabalhem dentro dos objetivos e condições delineadas pelo programa, e ao mesmo tempo possam ampliar o material disponível para os alunos em di-

ferentes áreas de interesse.

As informações sobre as tarefas a serem desempenhadas em cada etapa do curso são dadas por escrito, juntamente com os objetivos do curso de treinamento e um resumo da programação diária a ser seguida (apêndice A).

As considerações expostas levam à escolha das atividades a serem desenvolvidas no treinamento e aos objetivos propostos.

Objetivos do curso de treinamento:

- a) identificar os objetivos do PEF;
- b) desenvolver atividades adequadas ao PEF numa sala de aula;
- c) preparar material experimental de acordo com os objetivos do PEF;
- d) preparar questões para discussão numa situação real.

ATIVIDADES DOS PARTICIPANTES

No curso de treinamento do PEF, realizado em fevereiro de 1974, em 80 horas foram desenvolvidas as seguintes atividades, que podem ser agrupadas em três tipos:

1. trabalho individual: leitura de texto e elaboração de questões de avaliação;
2. trabalho em grupo (2 ou 3 participantes): realização de experiências, discussão dos objetivos e das questões de avaliação, elaboração de um relatório com as conclusões do grupo;
3. discussão geral: discussão das questões de avaliação e do relatório do grupo (sob orientação do professor).

As atividades 1 e 2 são feitas individualmente ou em pequeno grupo e devem ser acompanhadas pelo professor, que esclarece dúvidas quando solicitado; ele deve encaminhar os participantes para as respostas certas e intervir quando necessário, de acordo com a metodologia do programa.

Nestas atividades, a atuação do professor deve mostrar aos participantes as atitudes adequadas numa situação real.

Na discussão geral, a palavra deve ser dos participantes e a função do professor será dirigi-los para o obje-

tivo proposto.

AVALIAÇÃO DO CURSO DE TREINAMENTO

Individual: cada participante deve comparecer a 75% das sessões de estudo e de discussão e elaborar 2 ou 3 questões de avaliação para cada capítulo, de acordo com os objetivos identificados.

Em grupo: cada grupo deve apresentar, no final da semana, um relatório contendo os objetivos dos capítulos e comentários sobre o texto.

PROGRAMAÇÃO DO CURSO DE TREINAMENTO

A programação proposta destina-se a 80 horas de curso e será dividida em duas partes (apêndice B). A primeira semana procura levar aos objetivos *a* e *b* do treinamento e a segunda, aos objetivos *c* e *d*.

No curso realizado em fevereiro de 1974, desenvolvemos somente a primeira semana desta programação. As duas partes deverão ser desenvolvidas no próximo curso de treinamento a ser realizado em fevereiro de 1975. Este curso nos fornecerá dados para avaliar o curso de treinamento proposto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. HAMBURGER, E.W. e Outros - *O Projeto de Ensino de Física* - Boletim da SBF, janeiro 1973.
2. VARGAS, J.S. - *Formular objetivos comportamentais úteis* - EPU, 1974.

APÊNDICE A
CURSO DE TREINAMENTO DO
PROJETO DE ENSINO DE FÍSICA

Este curso visa dar aos participantes a oportunidade de trabalhar com o material do Projeto e tomar contato com a sua metodologia.

No final do curso, os participantes terão identificado o conteúdo do Projeto, sua forma de abordagem, a sequência, pré-requisitos e objetivos finais, bem como a forma de interação professor-aluno mais adequada ao Projeto.

As principais atividades a serem desenvolvidas incluem: trabalho em grupos de 2 a 4 participantes com o material didático (de texto e experimental); elaboração individual de avaliação para o material estudado; discussão geral com o professor das avaliações propostas.

O período da manhã será geralmente destinado ao trabalho com o material sob orientação do professor.

A parte da tarde será dedicada à elaboração de avaliações e às discussões gerais com o professor.

Nesta semana serão tratados os dois volumes de Mecânica, mas somente os capítulos do 1º volume serão abordados detalhadamente.

A programação diária será a seguinte:

1º dia: capítulos 1 e 2 - trabalho e avaliação

2º dia: capítulos 3 e 4 - " "

3º dia: capítulos 4 e 5 - " "

4º dia: capítulo 6 - " "

5º dia: volume 2 - sequência e pré-requisitos; conclusão do curso.

Na 1ª aula, cada participante deverá estudar a parte do material indicada pelo professor. Este trabalho inclui: leitura do texto, respostas às questões, montagens das experiências e resolução dos exercícios. O trabalho será em grupo quando se tratar da parte experimental ou discussão dos exercícios, mas a parte do texto deverá ser feita individualmente.

Terminado este trabalho, cada participante deve elaborar 3 questões para avaliação, adequadas ao material estudado, supondo que a avaliação se destina a alunos do nível médio que estudaram a mesma parte do Projeto.

Essas avaliações serão entregues ao professor, antes da discussão geral no final da tarde, para serem discutidas.

Nesta primeira discussão geral, será escolhido um relator da turma para apresentar um resumo no final do curso.

APÊNDICE B

CURSO DE TREINAMENTO DO

PROJETO DE ENSINO DE FÍSICA

PROGRAMAÇÃO DIÁRIA: objetivos *a* e *b*

1a. aula:

- Divisão dos grupos;
- Distribuição do volume 1 de Mecânica e do Conjunto Experimental;
- Capítulos 1 e 2 ;
 - 1- leitura do texto;
 - 2- realização das experiências;
 - 3- elaboração de questões de avaliação e discussão geral (questões de avaliação e objetivos).

2a. aula - Capítulo 3:

- 1- leitura do texto;
- 2- realização das experiências;
- 3- elaboração de questões de avaliação e discussão geral (questões de avaliação e objetivos).

3a. aula - Capítulos 4 e 5:

- 1- leitura do texto;
- 2- realização das experiências;
- 3- identificação dos objetivos;
- 4- elaboração de questões de avaliação, relatório do grupo com objetivos e comentários sobre o texto e discussão geral (questões de avaliação e relatório).

4a. aula - Capítulo 6:

- 1- leitura do texto;
- 2- realização das experiências;
- 3- identificação dos objetivos;
- 4- elaboração de questões de avaliação;
- 5- relatório do grupo com objetivos e comentários sobre o texto e discussão geral (questões de avaliação e relatório).

5a. aula - Distribuição do volume 2 de Mecânica;

Capítulos 7 a 12:

- 1- elaboração da sequência 1 - 12;
- 2- determinação dos pré-requisitos de matemática, ciências, etc, para o PEF, discussão geral (sequência, pré-requisitos e objetivos) e distribuição do guia do Professor.

PROGRAMAÇÃO DIÁRIA: objetivos c e d

1a. aula - Distribuição do volume Eletromagnetismo e Guia do Professor; Capítulos 1 e 2 com Leitura Suplementar:

- 1- questões de avaliação;
- 2- proposição de questões para discussão da Leitura Suplementar e sua avaliação, discussão geral (questões de avaliação e Leitura Suplementar).

2a. aula - Capítulos 3 e 4 e Guia do Professor:

- 1- Discussão geral (questões de avaliação e outras experiências).

3a. aula - Capítulo 5 e Guia do Professor:

- 1- questões de avaliação das Leituras Suplementares;
- 2- realização de outras experiências do guia e discussão geral (questões e outras experiências).

4a. aula - Capítulo 6 e Leitura Suplementar:

- 1- proposta e realização de outra aplicação do Eletromagnetismo;
- 2- discussão geral (discussão da experiência).

5a. aula - Eletricidade:

- 1- elaboração da sequência;
- 2- determinação dos pré-requisitos;
- 3- determinação dos objetivos finais e discussão geral (sequência, pré-requisitos e objetivos).

A₃ – UM PROGRAMA PARA A DISCIPLINA "INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO"

LUCENA, Liacir dos Santos e AZEVEDO, Juez Pascoal de – Departamento de Física da UFRN – Natal

O programa da disciplina Instrumentação para o Ensino sempre tem se constituído num sério problema.

Apesar de constar do Currículo Mínimo pelo Conselho Federal de Educação, não há definição oficial alguma sobre seus objetivos, nem muito menos um consenso sobre o que deve ser abordado na disciplina. A falta de uniformidade dos cursos de Instrumentação para o Ensino no Brasil é total, variando o conteúdo de Universidade para Universidade, de acordo com as disponibilidades de pessoal e material. Em muitos casos esta disciplina é oferecida simplesmente para satisfazer a exigência legal, sem a qual não podem os Licenciados em Física receber o seu diploma. Em alguns lugares, Instrumentação para o Ensino significa construção de aparelhos para demonstrações experimentais, e só isso. Noutros, os alunos são obrigados a seguir o Curso do PSSC ou do PEF. Há situações também em que a Instrumentação para o Ensino é transformada num puro "curso de laboratório", com guias, relatórios, etc.

A nosso ver, entretanto, o papel da Instrumentação para o Ensino é muito mais amplo. Talvez seja ela a mais importante disciplina da Licenciatura em Física. E, como tal, deve merecer melhores atenções da parte dos Departamentos de Física

A finalidade do nosso trabalho é apresentar sugestões, numa tentativa de propor uma uniformização do programa desta disciplina.

Quem se preocupa com os problemas do Curso de Licenciatura em Física sabe o quanto é difícil a realização de

um bom curso de Instrumentação para o Ensino.

Primeiramente, ainda não existe um consenso sobre o que significa "Instrumentação para o Ensino". Os programas, em diferentes Universidades, caracterizam-se pela falta de uniformidade, apresentando, às vezes, objetivos e filosofias inteiramente opostas. Há lugares onde a Instrumentação foi transformada num curso de laboratório, com guias, relatórios e tudo mais... Noutros, os alunos têm de construir aparelhos de demonstração, e só isto. Também existem casos de a Instrumentação ser substituída pelo PSSC. Em resumo, o mesmo nome é empregado para designar cursos diferentes, com programas totalmente diferentes.

Por outro lado, a realização desses cursos sofre grandes flutuações. Encontramos situações em que o curso é alvo das melhores atenções da parte de Departamentos de Física, mas, em geral, fica ele relegado a segundo plano, entregue a professor improvisado, que aceita a incumbência por questão de boa vontade e para não prejudicar os estudantes. O Currículo Mínimo do Conselho Federal de Educação tem de ser cumprido e dele consta a "Instrumentação".

Talvez a causa mais importante destas dificuldades seja a tendência observada entre os físicos brasileiros, há uns dez anos atrás, de desvalorizar tudo o que se referisse a ensino. Pesquisas em ensino, naquela época, não eram encaradas como coisa séria. Não se exigia, portanto, do curso de Instrumentação para o Ensino a mesma qualidade apresentada por um curso de Estrutura da Matéria, Mecânica ou mesmo Física Geral. A partir do 1º Simpósio Nacional de Ensino de Física, começou a haver uma atenuação deste efeito, aumentando o interesse dos físicos nacionais para com o ensino e a situação melhorou um pouco. Mesmo assim, algumas das deficiências anteriores persistem e ocorre ainda uma grande defasagem entre os cursos em questão e os resultados, hoje disponíveis, das pesquisas em Tecnologia da Educação.

A Sociedade Brasileira de Física e os dois simpósios anteriores também não se preocupam em definir os objetivos da Instrumentação para o Ensino, nem de uniformizar, a

grosso modo, os diversos programas existentes. Talvez ninguém se lembrasse de que é esta disciplina o meio mais adequado para injetar, no professor em formação, as novas metodologias do ensino da Física.

Em um Curso de Instrumentação para o Ensino não deve valer a eterna desculpa da falta de material. "Não posso fazer isto porque falta tal equipamento ..." é uma cantilena que já ouvimos muitas vezes. Nosso ponto de vista é de que, nestes casos, o que está faltando, na verdade, é um bom professor. Qualquer curso pode e deve adaptar-se aos recursos disponíveis no local, pois a recíproca quase sempre não é possível. Com improvisação e um pouco de imaginação conseguem-se milagres. E as soluções improvisadas, com material do próprio lugar, são as melhores, as que surtem os maiores efeitos naquela região onde estiver localizado o Curso de Física.

QUE É A INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO?

Em nosso entender, a Instrumentação para o Ensino deve ser a disciplina onde o futuro professor UTILIZA, TESTA, ANALISA E CRIA OS INSTRUMENTOS DO ENSINO DE FÍSICA.

Quais seriam esses instrumentos? Embora a resposta não possa ser dada de forma completa, ela seguramente deverá incluir:

- 1) Equipamentos de laboratório;
- 2) Projetos de Ensino;
- 3) Livros-Textos e Manuais;
- 4) Filmes educativos;
- 5) Cursos programados;
- 6) Sistemas de Ensino Personalizado;
- 7) Slides, transparências e outros materiais audiovisuais;
- 8) Programas de televisão educativos;
- 9) Computador programado para o Ensino.

Em síntese, na Instrumentação para o Ensino o estudante deverá fazer sua iniciação em pesquisa sobre métodos, currículos e materiais de ensino de Física.

PROGRAMA DOS CURSOS DE INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Com base no conceito de Instrumentação para o Ensino, que acabamos de expor, elaboramos um programa para dois cursos de um semestre, cada um com uma carga horária de 90 horas. Estes cursos normalmente são oferecidos aos estudantes da Licenciatura em Física no 7º e 8º período, isto é, no último ano da Licenciatura, e estão sendo postos em prática no Departamento de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Eis os programas de uma forma resumida:

FIS-108 INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO I

- Análise dos cursos mais modernos existentes para o ensino de Física
- Curso do PSSC
- Curso do Projeto Piloto da UNESCO
- Curso do Projeto HARVARD
- Curso do Projeto NUFFIELD
- Curso de Física de BERKELEY
- Curso do FEYNMAN
- Outros cursos
- Um curso de Física para o Brasil
- O Projeto de Ensino de Física (PEF)
- Outros projetos brasileiros

FIS-109 INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO II

- Papel do laboratório no ensino de Física
- Adequação do laboratório às condições regionais
- Projeto e construção de material experimental para o ensino de Física
- Produção de filmes, loops, slides e transparências para uso didático
- Preparação de guias e manuais de laboratório
- Uso de Instrução Programada e de Métodos de Ensino Personalizado em Física
- Produção de programas educativos para a televisão
- Execução de pequenos projetos

Na parte referente à Instrumentação para o Ensino I, o desenvolvimento do programa, na forma por nós definida, objetiva, primordialmente, dar condições ao futuro professor do 2º grau, capacitando-o a identificar entre os diversos projetos, livros-textos e materiais de laboratório, aqueles que lhe servirão como auxiliares eficazes no curso que pretenda ministrar. O conhecimento das diferentes filosofias, que orientaram a elaboração dos projetos de ensino e dos livros, evitará que o professor se torne um objeto sem personalidade, capaz de ser influenciado pelo primeiro vendedor de livros ou viva sempre ao sabor de outros colegas verbosos, capazes de o induzir a tomar caminhos e decisões que se chocam contra a sua própria vontade.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Até o momento, apenas uma turma de licenciados em Física graduou-se pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Não temos portanto elementos suficientes para obter conclusões definitivas sobre os resultados, apesar do interesse e entusiasmo demonstrados pelos estudantes durante o curso. Esperamos poder continuar a aplicar o programa na forma citada e publicar os resultados dentro de algum tempo.

Nosso desejo é simplesmente abrir o debate em torno da Instrumentação para o Ensino e apresentar o programa por nós elaborado como sugestão visando a uma uniformização dos cursos que são ministrados no Brasil.

A₄ – PROJETO CURRICULAR PARA INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA

KWASNIEWSKI, Izrael N. – Universidade de Mogi das Cruzes

A cadeira de Instrumentação para o Ensino de Física tem objetivos e conteúdos muito diferentes nos diversos estabelecimentos de ensino superior do Estado de São Paulo. Para alguns, é apenas mais uma oportunidade de ensinar Física Experimental. Para outros é Didática aplicada ao ensino de Física. Outros, não dispondo de Laboratório em seu horário de aula, limitam-se a apresentação de Projeto de Ensino de Física, ou ensinam o uso de Recursos Audio-Visuais.

Acreditamos que Instrumentação é um pouco de tudo isso, e um pouco mais. O objetivo deste Trabalho é apresentar aos colegas que lecionam Instrumentação, um Projeto de Currículo que sirva de base para uma troca de idéias, visando um possível denominador comum. Parece-nos importante que a cadeira de Instrumentação seja apresentada nas diversas Faculdades do Estado, de modo uniforme pelo menos em suas Diretrizes Gerais. Isto permitiria que colegas escrevessem livros sobre Instrumentação, para uso geral e não apenas em sua Faculdade. Um consenso geral quanto a conteúdo facilitaria também a dispensa de alunos nessa cadeira quando se transferissem de uma para outra Escola, o que é impossível com a diversidade.

O trabalho apresenta ainda, como sugestão, a criação da cadeira de Instrumentação para o Ensino de Ciências. São muitas as Faculdades que mantêm o curso de Ciências, para formação de professores de Ciências para o Primeiro e Segundo Graus. Esses Cursos teriam muito a ganhar com a criação dessa cadeira. Os objetivos seriam seme-

lhantes aos de Instrumentação para o Ensino de Física, adaptando-se de modo adequado o conteúdo.

A₅ – UM CURSO DE INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA

HAMBURGER, Amélia Império, ZANETIC, João e NAKANO, Hideya – Instituto de Física – USP

O curso de Instrumentação para o Ensino de Física do Instituto de Física da Universidade de São Paulo dado no primeiro e no segundo semestre de 1975, constou de uma parte "teórica" e uma parte de "projetos". Em cada semestre o curso teve uma estrutura diferente.

A parte teórica desenvolveu instrumentais necessários à tarefa de professor: 1º semestre: conhecimento dos vários projetos de ensino médio (histórico, textos, parte experimental), estudo de assuntos ligados à profissão de professor do ensino médio; 2º semestre: formação de conceitos de física, filosofia da ciência, papel do laboratório, ensino da física moderna, ciência integrada. No 1º semestre essa parte foi apresentada por meio de oito conferências (sete delas por professores convidados) e no 2º semestre os temas foram desenvolvidos em textos. A metodologia em aula foi essencialmente a mesma, conferência ou leitura de texto (uma hora) seguida de discussão em pequenos grupos (hora e meia) e discussão geral (uma hora); ao fim de cada aula era designado um grupo de alunos para escrever um resumo do que tinha sido apresentado e discutido. No 1º semestre esses resumos foram publicados no jornal interno do curso. O Jornal foi publicado mensalmente (quatro números) e conteve também traduções e outros trabalhos. No 1º semestre as conferências se alternaram cada semana com uma aula de trabalho em projetos. No 2º semestre a parte teórica ocupou a primeira parte do curso e os projetos a segunda.

Os projetos foram desenvolvidos em grupos de até cinco alunos. Os temas foram em geral de sua própria escolha, influenciados para que fossem projetos de utilidade real, ligados a uma necessidade deles mesmos e/ou de outros. Alguns desses projetos estão sendo apresentados neste Simpósio.

O curso procurou esclarecer para professores e alunos o que é a Licenciatura em Física na Universidade de São Paulo e a sua ligação com a profissão do professor secundário.

Inicialmente fizemos um levantamento a fim de conhecer os alunos e seus objetivos no curso. Apresentamos os resultados nas Tabelas 1 e 2. Foram em média, 20 alunos no curso diurno e 60 no noturno. Apesar de haver diferenças nas respostas entre os cursos diurno e noturno, podemos dizer em geral, que quanto à carreira profissional, boa parte dos alunos não exerce e não pretende exercer o magistério de nível médio. Essa verificação nos levou a uma maior diversificação de temas, ainda que a maior parte do curso é de interesse específico desses professores.

O curso constou de uma *parte teórica* e de uma *parte de projetos*. Em cada semestre o curso teve uma estrutura diferente.

A parte teórica desenvolveu no 1º semestre: conhecimento de vários projetos de ensino médio PEF, FAI, PBEF, PSSC, (histórico, textos, parte experimental), estudos ligados à profissão de professor do ensino médio (lei 5692 - ensino profissionalizante, resolução 30 - licenciatura curta, licenciatura plena, ciência integrada); no 2º semestre: formação de conceitos de Física, Filosofia da Ciência, papel do laboratório, ensino de Física moderna, Ciência integrada. No 1º semestre essa parte foi desenvolvida por seis professores convidados (Tabela 3) e no 2º semestre os temas apresentados em textos (Tabela 4). Houve ainda no 2º semestre exercícios sobre alguns temas de física, estudados do ponto de vista de como escolher temas e ensinar, levando-se em conta o nível do aluno, sua ligação com o tema na vida

cotidiana, sua linguagem, e relação professor-aluno, a necessidade de usar laboratório. Um exemplo foi o tema de "Por que um balão sobe?"

A metodologia em aula foi a seguinte: conferência ou leitura de texto - uma hora, seguida de discussão em pequenos grupos - hora e meia, e discussão geral - uma hora; ao fim de cada aula, era designado um grupo de alunos para escrever um resumo do que tinha sido apresentado e discutido. No 1º semestre, esses resumos foram publicados no jornal interno do curso. O *Jornal do 363* (número de inscrição do curso de Instrumentação na USP) foi publicado mensalmente (quatro números) e conteve também traduções e outros trabalhos. No 1º semestre, as conferências se alternaram em cada semana com uma aula de trabalho em projetos. No 2º semestre a parte teórica ocupou a primeira parte do curso e os projetos a segunda.

Os projetos foram desenvolvidos em grupos de até cinco alunos. Os temas foram, em geral, de sua própria escolha, influenciados para que fossem projetos de utilidade real ligados a uma necessidade deles mesmos e/ou de outros. Constaram de pesquisas sobre ensino médio em escolas de São Paulo, textos de tópicos de Física clássica ou moderna para o nível médio, texto de História da Ciência, análises através de questionários, de nível de aprendizagem e de características de cursos de Física, estudos de literatura de divulgação, estudos de tópicos ligados a uso da Física no cotidiano. O desenvolvimento dos projetos era acompanhado em classe, havendo seminários dos alunos para discussão geral. Dois desses projetos foram apresentados pelos alunos no III Simpósio de Ensino de Física, 1976, e constam das presentes Atas.

A avaliação do curso foi feita pela média das notas atribuídas pelos trabalhos, pela prova sobre a parte teórica e pelos projetos. No 1º semestre os pesos foram, respectivamente, 3,2 e 5, e no 2º semestre 2,4 e 4.

Em conclusão, podemos dizer que: tentamos ligar o curso de Instrumentação para o ensino de Física aos cursos pe-

pedagógicos e aos de Física; procuramos discutir e descobrir o que é a licenciatura e qual a sua ligação com a profissão de professor de nível médio; procuramos uma maior atenção dos alunos no desenvolvimento do curso; fizemos a pergunta "o curso para quem?", pois mais da metade dos alunos não pretende lecionar.

TABELA 1
RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS

	DIURNO (15 respostas)	NÓTURN0 (39 respostas)
Q1 - Atividade de subsistência		
Trabalho não docente	21%	62%
Trabalho docente	21%	18%
Bolsista	14%	10%
Nenhuma	44%	10%
Q2 - O que pretende ser profissionalmente		
Professor secundário	44%	30%
Professor universitário	44%	38%
Outra profissão	12%	32%
Q3 - Horas por semana que pretende dedicar ao curso		
Uma	13%	3%
Duas	47%	18%
Três	7%	18%
Quatro	27%	18%
+ de quatro	6%	21%
Não responderam		12%
Q4 - Entendimento de língua estrangeira		
Inglês -sim	50%	26%
não	12%	22%
mais ou menos	38%	52%
Francês-sim	42%	36%
não	42%	52%
mais ou menos	16%	12%
Q5 - Conhecimento técnico		
Oficina mecânica	19%	20%
Datilografia	12%	56%
Desenho técnico	25%	40%
Nenhum	40%	0%
Eletrônica	0%	18%
Outros	4%	15%

TABELA 2

PROPOSTA DE OBJETIVOS PARA O CURSO DE INSTRUMENTAÇÃO

Leia criticamente a proposta de objetivos abaixo e coloque-os em ordem de importância preenchendo a tabela que se encontra ao lado.

1. Proporcionar ao estudante (futuro professor de Física) conhecimento concreto de material de ensino existente.
2. Estimular a atividade de produzir material de ensino e pesquisa em Física aplicada (medicina, meio ambiente, etc).
3. Estimular espírito crítico quando diante de diferentes textos de ensino.
4. Estimular a iniciativa independente do estudante como professor.
5. Estimular o estudante na leitura de revista ou livros especializados em Física, ensino de Física e matérias correlatas.
6. Proporcionar ao estudante elementos que o ajudem na tarefa de relacionar a Física com o mundo real (social e físico).
7. Proporcionar ao estudante elementos para conhecer as condições de trabalho no campo de ensino de nível médio e superior.

Ordem	Nº de Objetivos	
	Oiurno	Noturno
1º	1	1
2º	3	6
3º	4	4
4º	2	3
5º	6	7
6º	5	2
7º	7	5

TABELA 3
CONFERÊNCIAS – 1º SEMESTRE

1. Inovações no ensino de Física	João Zanetic
2. Gráficos em Física e fora dela	Amélia Hamburger
3. Projeto de Ensino de Física (PEF)	Hideya Nakano
4. Física auto-instrutiva (FAI)	Fuad Saad
5. O ensino profissionalizante no Brasil	Antonio S.Teixeira Jr.
6. O problema da poluição	Celso M.de Queiróz Orsini
7. O espírito e a matéria no curso de licenciatura	Oswaldo Frota Pessoa
8. Projeto Brasileiro para o ensino da Física	Rodolfo Caniato
9. PBEF Eletricidade e Eletromagnetismo	Nery Gejuiba Leite

TABELA 4**TEXTOS DE LEITURA E DISCUSSÃO 2º SEMESTRE (MÊS DE AGOSTO)**

- | | |
|---|------------------|
| 1. Formação de conceitos | João Zanetic |
| 2. O Domínio de alguns conceitos físicos pelas crianças (E.A.Fleshner, Educational Psychology, Methuen & co. Ltd, Londres). | |
| 3. O debate entre Popper e Kuhn | João Zanetic |
| 4. A função do dogma na investigação científica (T.S.Kuhn, <i>A crítica da Ciência</i> , Ed. João de Deus). | |
| 5. Problemas de conteúdo no ensino da Física | Amélia Hamburger |
| 6. O laboratório escolar | Hideya Nakano |

A₆ – MINI-CURSOS DE FÍSICA – UMA NOVA FORMA DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO NO PREPARO DOS ALUNOS ESTAGIÁRIOS

CARVALHO, Anna Maria Pessoa e VALLE FILHO. Moacyr Ribeiro do –
Faculdade de Educação

PROBLEMA: Nosso problema era fazer o aluno estagiário participar efetivamente do planejamento, execução, avaliação e replanejamento de um curso de Física ao nível de 2º Grau.

MÉTODO: A idéia fundamental foi colocar o aluno estagiário como responsável por um curso. Este correspondeu a uma série de 14 horas/aula-equivalente a $1\frac{1}{2}$ mês de aulas de Física de um curso normal-dadas em colégios estaduais e em condições bem próximas de uma realidade profissional. Os tópicos desenvolvidos nesses mini-cursos foram de escolha dos estagiários, dentro do programa de 2º Grau. Foram planejados durante as aulas de Prática de Ensino de Física e deveriam conter obrigatoriamente: uma aula expositiva; uma aula de laboratório; uma aula de discussão; uma técnica individualizante; uma técnica socializante e uma avaliação. O planejamento de cada uma das aulas obedeceu o seguinte esquema de trabalho: 1) elaboração do material por um grupo de alunos; 2) distribuição para todos os grupos visando a discussão dos seguintes pontos: -o material está fisicamente correto; a técnica usada está correta e é adequada; o nível é compatível com um 2º grau; 3) reelaboração do material em função das críticas feitas. O laboratório foi testado em aulas experimentais, na própria Faculdade, gravadas em vídeo-tape e discutidas levando-se em conta o conteúdo, a forma e o comportamento do professor-estagiário. Os estágios realizados de 16/8 a 27/9

foram acompanhados durante todo o seu desenvolvimento pelos professores de Prática de Ensino, que assistiram as aulas (ou parte delas) para posterior discussão na Faculdade. Após cada aula o aluno estagiário fazia uma crítica do material preparado em função da adequação do mesmo à realidade encontrada (às vezes bem superior a que ele imaginava), e replanejava as próximas aulas. A avaliação final teve não só a função de medir o que alunos aprenderam mas também conscientizar os professores-estagiários do que eles ensinaram.

CONCLUSÕES: A experiência teve êxito na medida que os estagiários deram um elevado número de aulas, em situação bem próxima da real, podendo dessa forma levantar suas falhas no planejamento e execução e tentar eliminá-las durante o próprio desenrolar do curso. Observou-se um aumento na interação professor-aluno durante o decorrer dos estágios.

Nosso problema era fazer o aluno estagiário participar efetivamente do planejamento, execução, avaliação e replanejamento de um curso de Física ao nível de 2º grau.

A idéia fundamental foi colocá-lo como responsável por um curso de Física, em um Colégio Estadual, em condições bastante próximas à sua futura realidade profissional. Este curso correspondeu a uma série de 14 horas/aula, equivalente a um mês e meio de aulas de Física de um Curso Normal. Os tópicos desenvolvidos nestes mini-cursos foram da escolha de estagiários dentro do programa do 2º grau.

O PLANEJAMENTO

Os cursos foram planejados durante as aulas de Prática de Ensino de Física e deveriam conter: uma aula expositiva, uma aula de laboratório, uma aula de discussão; uma técnica individualizante; uma técnica socializante e uma avaliação.

O planejamento de cada uma das aulas obedeceu ao se-

guinte esquema de trabalho:

- 1- Elaboração do texto por um grupo de alunos (Cada grupo de em média cinco alunos-estagiários ficou responsável por um curso).
- 2- Distribuição do texto de cada grupo para os demais visando a discussão das seguintes questões :
 - 2.1. - o texto está correto?
 - 2.2. - a técnica usada está correta e é adequada?
 - 2.3. - o nível do texto apresentado é compatível com o 2º grau?
- 3- Reelaboração do texto pelo grupo em função das críticas apresentadas pela classe.

O laboratório teve papel central no planejamento global e apesar da não imposição pelos responsáveis pelo curso de Prática de Ensino que ele fosse um laboratório de redescoberta, na maioria dos mini-cursos isto aconteceu. Essas aulas, além de seguirem o roteiro de discussão acima apresentado, foram testadas experimentalmente, na própria Faculdade, gravadas em video-tape, contando com a presença de alunos de colégios (em número de cinco). Cada video-tape foi analisado conjuntamente pelo professor de Prática de Ensino, aluno estagiário e aluno do colégio, levando-se em conta o conteúdo apresentado, a forma de apresentá-lo e o comportamento do estagiário.

Não só o roteiro da experiência foi desenvolvido pelo aluno estagiário como também, em alguns casos, o próprio material. Em outros cursos o material foi aquele comumente encontrado nos colégios, e para experiências que envolviam aparelhos de precisão, estes foram emprestados pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

O planejamento global do mini-curso não deveria ser a soma dos planejamentos das aulas. Teria de ser apresentado, como um instrumento de trabalho para o professor, onde ele teria uma visão geral de todo o curso, dos objetivos a serem alcançados, das técnicas a serem usadas, do material a ser utilizado e principalmente um local onde ele poderia, de imediato, ao findar a aula, anotar o que teve êxito e o que

falhou. Assim, o planejamento de cada mini-curso, foi apresentado em seis colunas: aula, conteúdo (tópicos), objetivos, técnica usada, material necessário, observações.

Além deste planejamento, o estagiário fez um cartaz de propaganda de seu curso, para ser exposto no Colégio.

A EXECUÇÃO

Ao todo foram realizados 26 mini-cursos, aos sábados das 8,00 às 10,00 horas, no período de 16/8 a 27/9/75 em três estabelecimentos oficiais da Capital: I.E.E. Virgília Rodrigues Alves de Carvalho Pinto, I.E.E. Albino Cesar e C.E. José Lins do Rego. Tivemos um total de 629 alunos inscritos.

Os estagiários foram acompanhados durante todo o seu desenvolvimento pelos professores de Prática de Ensino, que assistiram às aulas (ou parte delas) para posterior discussão na Faculdade.

Após cada aula, o aluno estagiário fazia uma crítica do material preparado em função da adequação do mesmo à realidade encontrada (às vezes bem superior a que ele imaginava) e replanejava as próximas aulas.

Observou-se um aumento significativo na interação professor-aluno durante o decorrer dos estágios e notou-se também uma preocupação crescente por parte dos estagiários no planejamento das aulas.

A AVALIAÇÃO

A avaliação do mini-curso foi feita sob diversos ângulos.

Em primeiro lugar, a avaliação dos alunos por meio de uma prova. O tipo de prova era de livre escolha do professor, podendo ser ou não objetiva, entretanto, devemos medir todos os objetivos propostos, sendo portanto indispensável à apresentação de uma tabela de especificação, conteúdo x objetivo. A análise da prova foi realizada quer global por meio de um gráfico, quer por questão por meio de índices de discriminação.

A avaliação do curso foi feita também por meio da análise do gráfico de frequência dos alunos durante o mesmo.

Desenvolveu-se um outro tipo de avaliação por meio da análise de alguns tópicos do questionário preenchido pelos alunos dos colégios onde se indagava sobre o professor e o curso.

REPLANEJAMENTO

O replanejamento foi feito no relatório apresentado pelos alunos ao término do estágio. O ideal seria que cada aluno pudesse repetir seu curso, com as modificações propostas. Entretanto, a idéia fundamental é que ele, como um profissional, replaneje sempre a partir de experiências concretas e avaliações coerentes.

**A7 – MINI-CURSO DE FÍSICA – UMA NOVA FORMA DE ESTÁGIO
SUPERVISIONADO – INTEGRAÇÃO COLÉGIO-UNIVERSI-
DADE**

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de e VALLE FILHO, Moacyr Ribeiro
do – Faculdade de Educação – USP

PROBLEMA: Nosso problema era de um lado proporcionar aos alunos-universitários - estágios de regência supervisionados e de outro oferecer aos alunos do 2º Grau cursos compatíveis com seus interesses .

METODOLOGIA: A primeira e mais difícil opção que tivemos de enfrentar ao planejar este estágio foi: organizar mini-cursos de recuperação ou de complementação? Qual dos dois era necessário aos alunos de 2º Grau, e qual das duas opções nós poderíamos atender melhor? A partir da experiência 1974 e da orientação da diretora de um dos colégios, Profa. Adib Ferreira, optamos pelos cursos de complementação. Assim, planejamos dez mini-cursos - Velocidade Média ~ Instantânea, Quantidade de Movimento, Leis de Ohm, Leis de Newton, Motores Elétricos, Movimento Pendular, Gráficos, Queda Livre, Hidrostática e Leis dos Gases, que foram oferecidos aos seguintes colégios: IEE Virgílio R.A. de Carvalho, I.E.E. Albino Cesar e C.E. José Lins do Rego.

Os principais problemas de organização enfrentados foram: disponibilidade dos colégios aos sábados, possibilidade de usar o material de laboratório existente, pessoal responsável pelas inscrições dos alunos nos cursos e cooperação por parte dos professores de física. Os alunos dos colégios escolheram livremente os cursos, após uma propaganda realizada através de cartazes e de breve exposição em sala de aula por um dos professores de Prática de Ensino. O total de alunos

inscritos foi 629 com uma média de 30 alunos inscritos por curso. Ao término do estágio passamos um questionário de 28 tópicos visando conhecer algumas variáveis que influenciaram na escolha e frequência dos alunos nos mini-cursos e ainda suas opiniões sobre o problema fundamental: curso de recuperação ou complementação.

CONCLUSÕES: As conclusões finais serão apresentadas por meio de gráficos e tabelas construídos a partir do questionário citado. Um dado importante a respeito do índice de desistência é que grande parte dos desistentes não compareceu a nenhuma aula o que pode ser indicativo de falhas nas informações.

Nosso problema era, de um lado, proporcionar aos alunos universitários estágios de regência supervisionados e de outro lado, oferecer aos alunos do 2º grau cursos compatíveis com seus interesses.

A primeira e a mais difícil questão que tivemos de responder ao planejar este estágio foi: devemos organizar cursos de recuperação ou de complementação? Que tipo de curso seria mais necessário aos alunos de 2º grau e entre as duas opções qual nós poderíamos atender melhor.

Em 1974, a disciplina de Prática de Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo contou com a colaboração de dois estabelecimentos de ensino oficial e tentou organizar cursos de recuperação em Física para os alunos de 2º grau. Entretanto, esta experiência não teve muito êxito por vários motivos, entre os quais citamos:

- 1 - Falta de entrosamento entre o professor do colégio e o estagiário, nenhum dos dois teve tempo disponível para entendimentos.
- 2 - O não conhecimento pelo estagiário das falhas e pré-requisitos dos alunos do 2º grau.
- 3 - Diferenças na linguagem, notação e sequência entre o que o professor da classe deu e o que o estagiário deveria recordar.

- 4 - Falta de estímulo por parte dos estagiários, que deveriam sempre preencher lacunas e nunca introduzir nada de novo.
- 5 - Muita flutuação na frequência dos alunos dos colégios, pois estes resolvendo suas dúvidas não mais apareciam.

A partir desta experiência e com a orientação da diretora de um dos colégios, profa. Adib Ferreira, optamos por planejar, em 1975, pequenos cursos, que seriam da total responsabilidade dos estagiários, mas cujo conteúdo ainda era do programa do 2º grau. Assim, planejamos 10 (dez) mini-cursos: Velocidade Média e Instantânea, Quantidade de Movimento, Lei de Ohm, Leis de Newton, Motores Elétricos, Movimento Periódico, Queda Livre, Hidrostática, Lei dos Gases e Pêndulo Simples.

Esses mini-cursos foram oferecidos e realizados aos sábados pela manhã das 8,00 às 10,00 horas, no período de 16/8 a 27/9/75 em três colégios: IEE Virgínia Rodrigues Alves de Carvalho Pinto, IEE Albino Cesar e C.E. José Lins do Rego.

Tivemos 629 alunos inscritos e 26 classes em funcionamento.

Os principais problemas de organização enfrentados nestes mini-cursos foram:

- 1 - A disponibilidade dos colégios aos sábados.
- 2 - O uso do material de laboratório existente nos colégios.
- 3 - O uso simultâneo do material de laboratório por diversas turmas (todas deram pelo menos uma aula de laboratório).
- 4 - A obtenção de material de consumo: estêncil, papel sulfite e principalmente papel de gráfico.
- 5 - Pessoal responsável nos colégios pelas inscrições dos alunos nos cursos.
- 6 - A cooperação por parte dos professores de Física.

Os alunos dos colégios puderam escolher livremente o seu curso após uma propaganda realizada através de cartazes e breve exposição em sala por um professor de Prática de Ensino ou o próprio professor do colégio.

No final dos estágios passamos um questionário de 28 tópicos visando conhecer algumas variáveis que influenciaram na escolha e frequência dos alunos nos mini-cursos e ainda suas opiniões sobre o problema fundamental: cursos de recuperação com conteúdo já conhecido - ou curso de complementação com conteúdo totalmente novo para eles (questionário, anexo 1).

Três foram as fontes inspiradoras deste questionário: 1º os estagiários que queriam saber a opinião dos alunos sobre seus desempenhos (questões 13 a 27); 2º colegas através de seus diretores e orientadores que queriam saber a contribuição dos mini-cursos para seus alunos (questão 28); 3º os professores de Prática de Ensino que queriam entre outras coisas saber por que os alunos se inscreveram (questão 2), porque desistiram (questão 4), qual a técnica preferida (questão 14), se o horário utilizado influenciou na desistência (questão 16) e que fatores influenciavam o aluno na escolha do mini-curso (questão 17).

Outro fator que muito influenciou a elaboração do questionário foram as opiniões dos alunos sobre os cursos trazidos pelos estagiários. Estas eram tão discrepantes que não nos arriscamos a elaborar um questionário fechado. Preferimos correr o risco de perder algumas questões e ter de achar critérios para analisar outras, mas receber as respostas sem nenhum desvio sistemático.

ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

Logo no primeiro dia de estágio notamos que quase 20% dos alunos não compareceram à primeira aula. Também foi significativa a queda de frequência durante o decorrer dos cursos. Querendo a opinião não só daqueles que assistiram a todo o curso mas principalmente daqueles que desistiram, preferimos entregar os questionários nominalmente a todos os alunos inscritos, após o término dos mini-cursos e não na última aula como estava previsto.

O IEE Virgília R.A. de Carvalho Pinto devolveu todos os questionários preenchidos. O número de questionários

devolvidos pelos outros colégios não foi significativo. Assim, pudemos analisar somente os dados provenientes daquele Colégio.

Tivemos um total de 249 questionários, os quais dividimos em dois grupos:

- 1º Grupo: alunos que frequentaram mais de 50% das aulas e, portanto, em condições de analisar o curso e o professor - total 123 questionários.
- 2º Grupo: alunos que frequentaram menos de 50% das aulas e, portanto, em condições de nos mostrar o que não funcionou nos estágios - total 126 questionários.

Para a análise das questões construímos uma amostra aleatória com 20% dos questionários e que representou 25 alunos em cada grupo.

Nas tabelas as respostas foram agrupadas em itens cuja linguagem mais se assemelhava à utilizada pelos alunos.

Algumas questões não puderam ser consideradas, pois as respostas se mostraram de tal forma vagas que não conseguimos obter as informações que buscávamos. Por exemplo, na questão 12 - "Qual curso (qual assunto) você gostaria fosse oferecido no próximo ano?" - encontramos muitas respostas do tipo: "Um curso de Física", "Qualquer curso", ou ainda "Um curso de Matemática", o que obviamente não nos ajuda muito na preparação de novos mini-cursos, mas nos alerta para o fato de que o questionário deve ser modificado.

Analisando a questão 2 - Por que você fez inscrição nesse curso? (Tabela 1) - Vemos que no primeiro grupo, isto é, dos alunos que frequentaram mais de 50% das aulas, os principais motivos apresentados foram estar fraco no assunto e conhecer novo assunto (total de 56%), sendo igual a porcentagem de escolha nos dois itens (28% em cada). Já no 2º grupo daqueles que desistiram, a preferência recai na recuperação 52% - representado pela resposta "porque estava fraco neste assunto".

TABELA 1

QUESTÃO 2: POR QUE VOCÊ FEZ INSCRIÇÃO NESSE CURSO?

Tabela de Respostas	Grupo 1		Grupo 2		Total	
	Nº/a- lunos	%	Nº/a- lunos	%	Nº/a- lunos	%
1. Porque o Curso estava relacionado com as aulas do Colégio.	4	16%	3	12%	7	14%
2. Porque eu estava fraco nesse assunto.	7	28%	13	52%	20	40%
3. Porque eu queria conhecer melhor esse assunto ou/porque o assunto é novo.	7	28%	3	12%	10	20%
4. Porque servirá para o próximo semestre (ano ou vestibular).	2	8%	1	4%	3	6%
5. Porque achei interessante.	3	12%	2	8%	5	10%
6. Porque o professor (ou colega) recomendou.	2	8%	2	8%	4	8%
7. Porque não havia vaga em outro curso.			1	4%	1	2%

Em paralelo a esta questão, analisamos agora a questão 4 - Qual o motivo de sua desistência? - Essa pergunta só tem sentido para o grupo 2 e vemos que os motivos de distribuição na mesma proporção (32%) em "não estava aproveitando" e "por motivos particulares".

TABELA 2

QUESTÃO 4: QUAL O MOTIVO DE SUA DESISTÊNCIA?

Tabela de Respostas	Grupo 1		Grupo 2		Total	
	Nº/alunos	%	Nº/alunos	%	Nº/alunos	%
1. Porque não estava aproveitando.			8	32%	8	16%
2. Por motivo particular (viagem, saúde, curso).	2	8%	8	32%	10	20%
3. Porque trabalho no horário			4	16%	4	8%
4. Porque o horário é inconveniente			3	12%	3	6%
5. Por causa da chuva	1	4%			1	2%
6. Em branco	2	8%	1	4%	3	6%
7. Não desisti	20	80%	1	4%	21	42%

Vemos então que a procura dos cursos visando a recuperação é grande, no entanto a desistência nestes cursos é acentuada. Isto nos dá a indicação que para cursos que têm o caráter de complementação existe mais assiduidade.

Na questão 7 - Você teve vontade de trocar de Curso? - vemos que 80% do primeiro grupo e 52% do segundo responderam não. Isto deve ser indicativo de que a escolha feita

pelos alunos foi razoavelmente consciente, podemos melhorá-la por uma maior divulgação dos conteúdos e objetivos de cada curso.

TABELA 3

QUESTÃO 7: VOCÊ TEVE VONTADE DE TROCAR DE CURSO?

Tabela de Respostas	Grupo 1		Grupo 2		Total	
	Nº de alunos	%	Nº de alunos	%	Nº de alunos	%
1. Sim	5	20%	6	24%	11	22%
2. Não	20	80%	13	52%	33	66%
3. Em branco			6	24%	6	12%

A questão 11 - Você faria outro curso no próximo ano? - tivemos 84% de respostas *sim* o que nos estimula a continuar com o programa de mini-cursos para os estágios. Gostaríamos de comentar que uma parte das respostas *não* e *talvez* foram provenientes de questionários respondidos por alunos de último ano que não pretendiam permanecer no colégio. Respostas como "Se Deus quiser, eu estarei na Faculdade" foram encontradas.

TABELA 4

QUESTÃO 11: VOCÊ FARIA OUTRO CURSO NO PRÓXIMO ANO?

Tabela de Respostas	Grupo 1		Grupo 2		Total	
	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%
1. Sim	23	92%	19	76%	42	84%
2. Não			5	20%	5	10%
3. Talvez	2	8%	1	4%	3	6%
4. Não sei						

A análise da questão 14 - 0 que você gostaria que existisse nesse curso: exercícios, teoria, aulas de discussão, laboratório? Qual a porcentagem de cada uma das coisas? - foi bastante difícil pois grande parte das porcentagens não somavam 100% o que nos obrigou a refazer proporcionalmente os cálculos.

Observando a tabela vemos que existe uma distribuição uniforme entre os quatro itens, no entanto quando estudamos a cada questionário isoladamente, isto não aconteceu. Cada aluno tinha uma preferência marcante, o que desapareceu na média.

TABELA 5

QUESTÃO 14: O QUE VOCÊ GOSTARIA QUE EXISTISSE NESSE CURSO: EXERCÍCIOS, TEORIA, AULAS DE DISCUSSÃO, LABORATÓRIO? QUAL A PORCENTAGEM DE CADA UMA DESSAS COISAS?

	Grupo 1	Grupo 2	Total
Tabela de Respostas	Porcentagem	Porcentagem	Porcentagem
1. Exercícios	27,6%	30,8%	29,1%
2. Teoria	21,4%	22,8%	22,0%
3. Discussão	23,5%	17,8%	20,8%
4. Laboratório	27,4%	28,4%	27,9%

Um dos pontos que muito nos preocupou, e que segundo os estagiários seria a causa da desistência dos alunos, foi o horário dos mini-cursos - (8,00 horas de sábado). Procuramos verificar isto na questão 16 - 0 horário utilizado foi conveniente? Analisando a tabela 6, vemos que para o grupo 1, o horário era conveniente. Para quase a metade - 48% do grupo 2 - o horário não foi conveniente. Entretanto, observando a questão 4, tabela 2 - motivo da desistência este fator só foi citado explicitamente por 12% dos desistentes.

TABELA 6

QUESTÃO 16: O HORÁRIO UTILIZADO FOI CONVENIENTE?

Tabela de Respostas	Grupo 1		Grupo 2		Total	
	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%
1. Sim	24	96%	10	40%	34	68%
2. Não	1	4%	12	48%	13	26%
3. Mais ou menos			2	8%	2	4%
4. Em branco			1	4%	1	2%

As próximas duas questões examinadas dizem respeito a atuação do aluno-estagiário em sala de aula.

Analisando a tabela 7 vemos que 84% do grupo 1 classificou o estagiário entre "muito entusiasmado" e "entusiasmado", sendo que essa porcentagem decai para o grupo 2 onde encontramos 44% das respostas nestes dois itens. Entretanto é preciso lembrar que o grupo 2 foi composto pelos alunos que tiveram menos de 50% de frequência - a porcentagem de questionários sem resposta a esta questão foi bem grande - 32%.

TABELA 7

QUESTÃO 26: VOCÊ CLASSIFICARIA O(S) PROFESSOR (ES) COMO:

Tabela de Respostas	Grupo 1		Grupo 2		Total	
	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%	nº/de alunos	%
1. Muito entusiasmado	11	44%	2	8%	13	26%
2. Entusiasmado	10	40%	9	36%	19	38%
3. Neutro	2	8%	3	12%	5	10%
4. Desinteressado			1	4%	1	2%
5. Apático	1	4%	2	8%	3	6%
6. Em branco	1	4%	8	32%	9	18%

Observando a tabela 8 que mostra o resultado da questão - O professor pareceu preparar a matéria: muito bem, bem, mais ou menos, muito mal, não conhece - vemos que no primeiro grupo 84% das mesopostas estão nos dois primeiros itens e 64% do segundo grupo estão ou nos dois primeiros itens ou não responderam à questão. Observando em termos totais, temos 24% da amostra dos alunos do colégio que sentiram a insegurança do estagiário ao darem suas aulas.

TABELA 8

QUESTÃO 27: O PROFESSOR PARECEU PREPARAR A MATÉRIA:

Tabela de Respostas	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%
1. Muito bem	14	56%	3	12%	17	34%
2. Bem	7	28%	5	20%	12	24%
3. Mais ou menos	3	12%	6	24%	9	18%
4. Muito mal			1	4%	1	2%
5. Não conhece			2	8%	2	4%
6. Em branco.	1	4%	8	32%	9	18%

A questão 28 - O mini-curso trouxe:

- 1) novas informações
- 2) ajudou a recordar informações que já possuía
- 3) completou suas informações a respeito do assunto
- 4) apresentou informações que estão ajudando-o a entender o assunto que está sendo tratado no seu curso regular de Física.

Foi elaborada pelo Coordenador Pedagógico do I.E.E. Virgília R.A. de Carvalho Pinto e pretendeu medir a contribuição do mini-curso para os alunos do seu Colégio.

A computação desta questão está apresentada nas tabe-

las 9,10,11 e 12, entretanto sua análise fica simplificada se verificarmos as respostas *sim* nos dois grupos. Montamos então com estes dados a seguinte tabela:

ALUNOS QUE RESPONDERAM SIM A QUESTÃO 28.

	grupo 1	grupo 2
novas informações	88%	36%
ajudou-o a recordar informações que já possuía	80%	40%
completou suas informações a respeito do assunto	76%	40%
está ajudando-o no seu curso regular	68%	24%

Verificamos que, para os alunos do 2º grau nossos mini-cursos realmente tiveram um significado de cursos de complementação muito mais do que um curso de recuperação cuja função imediata é ajudar o curso regular de Física. Este resultado, em parte, nos surpreendeu, visto que o conteúdo de nossos cursos foi essencialmente um conteúdo típico de 2º grau. A obrigatoriedade de pelo menos uma aula de laboratório em cada curso, pode ter dado um enfoque novo a esses conteúdos.

TABELA 9

QUESTÃO 28-1: O MINI-CURSO TROUXE: NOVAS INFORMAÇÕES?

Tabela de Respostas	Grupo 1		Grupo 2		Total	
	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%
1. Sim	22	88%	9	36%	31	62%
2. Não	2	8%	8	32%	10	20%
3. Em branco	1	4%	8	32%	9	18%

TABELA 10

QUESTÃO 28-2: O MINI-CURSO: AJUDOU-O A RECORDAR INFORMAÇÕES QUE JÁ POSSUÍA?

Tabela de Respostas	Grupo 1		Grupo 2		Total	
	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%
1. Sim	20	80%	10	40%	30	60%
2. Não	4	16%	6	24%	10	20%
3. Em branco	1	4%	9	36%	10	20%

TABELA 11

QUESTÃO 28-3: O MINI-CURSO: COMPLETOU SUAS INFORMAÇÕES A RESPEITO DO ASSUNTO?

Tabela de Respostas	Grupo 1		Grupo 2		Total	
	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%
1. Sim	19	76%	10	40%	29	58%
2. Não	5	20%	7	28%	12	24%
3. Em branco	1	4%	8	32%	9	18%

TABELA 12

QUESTÃO 28-4: O MINI-CURSO: APRESENTOU INFORMAÇÕES QUE ESTÃO AJUDANDO-O A ENTENDER O ASSUNTO QUE ESTÁ SENDO TRATADO NO SEU CURSO REGULAR DE FÍSICA?

Tabela de Respostas	Grupo 1		Grupo 2		Total	
	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%	Nº/de alunos	%
1. Sim	17	68%	6	24%	23	46%
2. Não	7	28%	10	40%	17	34%
3. Em branco	1	4%	9	36%	10	20%

ANEXO I

QUESTÕES

1. Em qual curso você se inscreveu?

2. Por que você fez inscrição nesse curso?

3. Quantas aulas você frequentou?

4. Qual o motivo de sua desistência?

5. O curso foi da forma que você imaginava?

6. O que você esperava aprender no curso?

7. Você teve vontade de trocar de curso?

8. Por quê?

9. Qual dos cursos oferecidos você gostaria de ter feito?

10. Por quê?

11. Você faria outro curso no próximo ano?

12. Qual curso (qual assunto) você gostaria fosse oferecido no próximo ano?

13. Por quê?

14. O que você gostaria que existisse nesse curso: exercícios, teoria, aulas de discussão, laboratório? Qual a porcentagem de cada uma dessas coisas.

exercícios _____ %

teoria _____ %

discussão _____ %

laboratório _____ %

15. Qual o melhor horário para o curso?

16.0 horário utilizado foi conveniente para você?

17. Como você ficou sabendo da existência do curso?

18. Que parte (ou que assunto) do curso você gostou mais?

19. Por quê?

20. Que parte ou assunto você não gostou?

21. Por quê?

22. Qual a melhor qualidade do seu professor ou professores do mini-curso?

23. Qual a deficiência do seu professor (ou professores)?

24.0 que você aprendeu no curso?

25.0 que você gostaria de ter aprendido no curso e que não foi tratado?

26. Você classificaria o professor (es) como:

1. Muito entusiasmado _____

2. Entusiasmado _____

3. Neutro _____

4. Desinteressado _____

5. Apático _____
- 27.0 professor pareceu preparar a matéria
1. Muito bem _____
 2. Bem _____
 3. Mais ou menos _____
 4. Muito mal _____
 5. Não conhece _____
- 28.0 mini-curso trouxe:
1. Novas informações Sim ___ Não ___
 2. Ajudou-o a recordar informações que já possuía Sim ___
Não ___
 3. Completou suas informações a respeito do assunto Sim ___
Não ___
 4. Apresentou informações que estão ajudando-o a entender o assunto que está sendo tratado no seu curso regular de Física? Sim ___ Não ___

Laboratório

2 COMUNICAÇÕES

Sessão B, 26/01/76

Sessão D, 27/01/76

Sessão G, 28/01/76

B₁ – UM KIT DE ÓTICA GEOMÉTRICA PARA O CURSO SECUN- DÁRIO

FERREIRA, Norberto Cardoso – Instituto de Física – USP

Tendo em vista que a maioria de nossas escolas secundárias se encontra desaparelhada para o estudo da Física quanto à parte de laboratório, foi desenvolvido um Kit para o estudo da ótica geométrica no nível médio. O Kit é construído pelos próprios alunos com material de baixo custo e fácil acesso.

Através da utilização do Kit, os alunos têm uma visão bem clara dos fenômenos básicos da ótica geométrica.

O material permite um estudo da reflexão e refração da luz em superfícies planas, côncavas e convexas. Mostra ainda o princípio de funcionamento do olho humano e das possíveis correções dos seus defeitos.

B₂ – COLISÕES: UMA EXTRAORDINÁRIA AMPLIFICAÇÃO DE VELOCIDADE

HARTER, William G. – Instituto de Física "Gleb Wataghin" – UNICAMP

Apresenta-se um efeito surpreendente e interessante ⁽¹⁾ que mostra a conservação da quantidade de movimento e da energia de "casamento" de impedância.

Bolas de borracha (maciças), ou de outro material, podem ser movimentadas de modo que uma delas absorva um máximo de energia e após o choque sofra um recuo a grande velocidade.

Esta demonstração pode ser feita tanto em sala de aula como utilizada para experiência quantitativa em laboratório.

Uma solução geométrica interessante para as equações de energia e quantidade de movimento é apresentada, o que torna simples explicar e prever os efeitos.

(1) W.G.Harter and class, Am.J.Phys. - 39, 656 (1971)

B₃ – PROJETO DE UM LABORATÓRIO PARA ENSINO DE ÓTICA
SCHIEL, D. – Instituto de Física e Química de São Carlos – USP –
FINEP

Um protótipo de laboratório de ótica está sendo desenvolvido em São Carlos dentro do Plano de Construção Nacional de Equipamento Didático. O conjunto permite adaptação aos mais diversos cursos superiores que formem profissionais aos quais é necessário um conhecimento de ótica. Está sendo construído material básico que permitirá a montagem tanto de experiências de ótica geométrica (banco ótico, suportes, lentes e acessórios) como de ótica física (lâmpadas espectrais, espectroscópico, interferômetros e outros).

Está em desenvolvimento em São Carlos, em cooperação com o Ministério da Educação, um conjunto para o ensino experimental de ótica.

O conjunto proposto poderá ser incluído em cursos básicos de Física, Ciências Exatas e Engenharia. A Ótica Física permite ainda uma abordagem experimental às bases da Física Moderna. O equipamento a ser construído vem, assim, de encontro à necessidade crescente de uma melhoria de nosso ensino superior, principalmente do ensino experimental, a qual, sem a construção nacional de equipamento didático-científico de alto nível, implicaria numa necessidade de importação de equipamento cada vez maior.

ORIENTAÇÃO DIDÁTICA

O conjunto apresentado permite a realização de um número muito grande de experiências, sendo que as experiências em estudo são apenas uma seleta do que é possível obter. Isso é uma consequência da matéria, que, com relativamente poucos componentes, permite experiências extensas conforme combinamos esses componentes. De acordo com os objetivos dos cursos em que o módulo seria usado, ele permitirá que toda a matéria seja dada de maneira mais superficial ou mais profunda. Será dada uma orientação sobre

quais experiências são mais importantes conceitualmente e quais poderiam ser eventualmente abandonadas em função do curso (Física, Química, Engenharia, etc).

Dividimos as experiências em quatro grandes grupos:

- a) Ótica Geométrica
- b) Aplicação da Ótica Geométrica
- c) Ótica Física
- d) Aplicação da Ótica Física

O conjunto todo poderá ser aplicado em cursos cuja duração varia de 1 a 3 semestres. O grupo α - Ótica geométrica - visa dar uma revisão de conceitos que devem ser vistos no curso secundário.

LISTA DE MATERIAL

A lista de material a ser construído compreende os seguintes itens

1) Material mecânico:

bancos óticos, suportes, fonte de luz, interferômetros e outros componentes básicos. Alguns protótipos já prontos estão em exposição neste simpósio;

2) Vidraria:

lentes, espelhos, prismas, tubos de Geissler, lâminas $\lambda/2$, $\lambda/6$, superfícies óticas, etc. Apesar de modesto equipamento, nossa vidraria permitiu obter uma superfície com tolerância de $\lambda/5$;

3) Material e montagens: redes de difração, fontes elétricas, anteparos e outros.

Itens de material já produzido e comercializado no Brasil serão adquiridos no mercado.

CUSTO E ASPECTOS CONSTRUTIVOS

O estudo do custo da produção fará parte do próprio projeto. Toda a atenção será dada para minimizar o custo, sem que isto venha a comprometer a qualidade do material.

Procuraremos fazer com que o material do conjunto tenha o mais alto padrão possível, próprio a um nível universitário, e pretendemos que os componentes do conjunto

possam ser usados também como equipamento de pesquisa. Está sendo dada ênfase especial à padronização, tanto interna ao conjunto, quanto em relação a material existente em muitos laboratórios, seguindo de perto as dimensões básicas do material ótico mais comum no mercado internacional, (exemplo: dimensões de trilhos óticos, suportes, pinos, etc.).

LISTA DE EXPERIÊNCIAS

As seguintes experiências foram escolhidas em um primeiro estudo: reflexão da luz em espelhos, refração da luz, placas planas, prismas, espelhos esféricos côncavos e convexos, espelhos: aberrações, coma, cáustica, lentes convexas, lentes côncavas, defeitos em lentes, fotometria-I, fotometria-II, luminotécnica, telescópio refletor de Newton, telescópio refrator e luneta de Galileu, microscópio, método de Tüpler-Foucault, lentes grossas, determinação do índice de refração com lente ou espelho esférico, fontes luminosas - espectroscopia, biprisma de Fresnel, anéis de Newton, filmes finos, dispositivo interferométrico de Pohl, difração de uma fenda, fendas de Young, difração numa borda, rede de difração, placa zonal, polarização da luz, lei de Malus, elipsometria, demonstrações sobre luz polarizada, atividade ótica, interferômetro de Michelson, interferômetro de Fabry-Perrot.

COMENTÁRIOS

1) Inclusão eventual de um laser:

na lista de material e nas experiências, não incluímos o laser como fonte. Esta fonte, apesar de não ser essencial, facilita muito a iniciação às experiências de interferência, além de ter larga aplicação específica. Não acreditamos ser recomendável substituir totalmente, nas experiências de interferometria, a fonte de luz por um laser, visto que na aplicação destas experiências muitas vezes queremos analisar uma fonte de luz real, quando então devemos ser capazes de montar uma experiência de interferometria em condições não tão favoráveis.

A montagem de um protótipo de laser que possa ser industrializado, quer uma série de estudos e contactos que estão em andamento. Construiremos o laboratório de modo que o laser possa ser incluído opcionalmente. Se optarmos pela inclusão dessa fonte, proporemos algumas experiências específicas de aplicação do laser, como holografia e experiências sobre batimento ótico.

2) Inclusão eventual de um monocromador:

embora experiências de espectroscopia possam ser feitas com o goniômetro previsto, pode ser interessante mostrar as facilidades que um monocromador um pouco mais sofisticado oferece, principalmente se trabalhar com luz pulsada e técnica de *lock-in*. Embora a construção de um protótipo de monocromador não nos ofereça dificuldades, acreditamos que talvez elas possam surgir na industrialização, principalmente devido ao custo. Também esta inclusão, assim como as práticas específicas deste instrumento, serão discutidas durante o desenvolvimento do módulo.

3) Escolha do modelo de interferômetro de Fabry-Perrot:

este interferômetro exige mecânica de alta precisão. Se chegarmos à conclusão que as dificuldades de construção ultrapassem as possibilidades de industrialização, incluiremos um Etalon de Fabry-Perrot ou então um interferômetro de Fabry-Perrot com espelhos esféricos concêntricos.

4) Efeito Zeeman:

uma aplicação muito ilustrativa do interferômetro de Fabry-Perrot é a medida do Efeito Zeeman. Este exige um eletro-ímã que fornece um campo magnético 10 KG num *gap* com espaço suficiente para passar um tubo de Geissler. Como a inclusão de um eletro-ímã desse porte foge um pouco à construção de um conjunto de ótica, estão sendo estudadas alternativas para este sistema.

TEXTOS

A parte mais difícil na elaboração do conjunto será

provavelmente a confecção dos textos e instruções. O texto deverá dar a base teórica (elementar) sobre ondas eletromagnéticas e as bases da física atômica. Além disso, deverá fornecer as instruções completas sobre a montagem das experiências. Queremos ainda fornecer algumas indicações sobre a construção própria, artesanal, de material de ótica, visto que esta exige um investimento material relativamente pequeno, sendo, por outro lado, altamente motivadora.

B₄ – O SOL COMO FONTE DE LUZ NO LABORATÓRIO DE ENSINO

UDO, M. K. e SCHIEL, D. – Instituto de Física e Química de São Carlos
– CNPq

Uma fonte de luz muitas vezes relegada a um segundo plano devido a sua inconstância é o Sol. No entanto, em muitas cidades do interior do Brasil a porcentagem de dias de Sol é tão alta que o seu aproveitamento em um laboratório de física moderna pode ser levado em consideração. Historicamente o espectro das linhas de Fraunhofer deu início ao estudo de espectros discretos e até hoje encontram-se tabelas do índice de refração de substâncias em função destas linhas. O espectro contínuo do Sol pode ser comparado ao de um corpo negro, permitindo a aplicação das leis de Planck e Stefan Boltzmann na determinação da temperatura na superfície do astro. Finalmente, como fonte de luz, o Sol supera em intensidade o arco voltáico.

De um conjunto de práticas sobre o Sol, em construção em São Carlos, será apresentado um espelho heliostato de construção simples e primeiras medidas sobre os espectros discretos (absorção) e contínuo do Sol.

B₅ – LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE LABORATÓRIOS DE ENSINO DO CICLO BÁSICO DE FÍSICA

SAAD, Fuad Daher e NASCIMENTO, Ivan Cunha – Instituto de Física – janeiro 1976

Apresentação e análise dos resultados do questionário da S.B.F., elaborado por uma comissão de Professores do ciclo básico.

*LEVANTAMENTO NACIONAL DAS CONDIÇÕES REINANTES NOS LABORATÓRIOS DIDÁTICOS DE FÍSICA DOS CICLOS BÁSICOS DAS ESCOLAS DE NÍVEL SUPERIOR**
VERSÃO PRELIMINAR

Tem sido uma preocupação constante por parte dos que dedicam à tarefa de formação de estudantes destinados aos mais variados setores técnico-científicos, a parte referente às atividades desenvolvidas nos Laboratórios Didáticos dos cursos básicos de nossas instituições de nível superior. Daí a importância de um levantamento, em escala nacional do que vem ocorrendo neste setor nos principais estabelecimentos universitários do País.

Um primeiro ponto a ser destacado é a falta de política uniforme no que diz respeito ao papel que deve ser atribuído às atividades práticas que normalmente são programadas e desenvolvidas bem como ao que diz respeito aos instrumentais utilizados.

Neste levantamento, cujos resultados estão expostos mais adiante, não houve preocupação, por se tratar de assunto por demais polêmico, com aspectos doutrinários que geralmente acompanham as pesquisas realizadas nesta área, atendo-se, principalmente, em determinar o que vem sendo realizado no campo do ensino experimental, em quatro direções distintas:

* Este trabalho, em fase final de execução, foi realizado para a Sociedade Brasileira de Física, em convênio com o CNPq.

- 1) Quais experiências são usualmente realizadas em nossos cursos básicos;
- 2) Qual o material necessário para sua realização e sua procedência;
- 3) Qual a possibilidade de confecção de parte do material utilizado em nosso país e finalmente ;
- 4) Uma sugestão de equipamentos mínimos que as autoridades competentes possam ter como necessário para autorizar o funcionamento de uma instituição universitária que disponha de um curso de Física em seu currículo.

FONTE DE PESQUISA

Os dados obtidos e que vão expostos a seguir, foram extraídos diretamente dos "Manuais de Experiência" ou através de informações prestadas pelos encarregados dos Laboratórios Didáticos e verificadas nas próprias instituições ouvidas.

ENTIDADES PESQUISADAS

A relação das instituições universitárias que foram ouvidas neste levantamento consta do ANEXO A. Procura-se, evidentemente, selecionar as entidades mais representativas em cada unidade da federação brasileira.

CLASSIFICAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Para melhor se visualizar o panorama nacional, agrupamos os experimentos que são normalmente realizados, de acordo com as seguintes áreas:

- Mecânica
- Calor
- Ótica
- Eletro-magnetismo

CÓDIGOS UTILIZADOS NO LEVANTAMENTO

Para melhor se proceder a uma análise dos resultados obtidos utilizou-se da seguinte convenção:

- 1) A existência de três colunas ao lado do nome de cada experiência é devida à possibilidade de se utilizar pelo menos três tipos diferentes de instrumentais para um mesmo fim.
- 2) Utilizou-se para a especificação do material indicado a seguir a codificação constante do ANEXO B.
- 3) As letras *I* e *N*, referem-se a material de procedência estrangeira e nacional, respectivamente.

A seguir, estão relacionados os experimentos que usualmente são dados nos ciclos básicos das universidades bem como, através da codificação utilizada, a indicação dos instrumentais comumente utilizados.

Na pag. é apresentado um quadro indicando as experiências que são realizadas nas instituições pesquisadas. Neste quadro as experiências hachuriadas correspondem às que são dadas na maioria das escolas superiores.

NOME DA EXPERIÊNCIA	MATERIAL UTILIZADO	
1. ESTUDO DOS MOVIMENTOS E COLISÕES	102/I; 006/I-N; 015/I-N; 109/I; 110/I-N	100/N; 101/N; 127/N-1; 109/N-1; 006/N-1; 110/N 110/I.
2. ESTUDO DA QUEDA LIVRE	126/I-N	024/N; 028/N; 101/N; 109/N-1; 204/N
3. COMPOSIÇÃO DE FORÇAS	103/N-1; 029/N-1; 013/N-1	020/N-1; 021/N-1; 114/N-1; 104/N-1 025/N; 029/N-1; 013/N-1; 029/N-1 013/N-1; 022/N-1
4. ESTUDO DE DEFORMAÇÕES - LEI DE HOOKE	020/N-1; 021/N-1 022/N-1; 107/N-1 ou 114/N-1; 013/ N-1; 029/N-1; 036/N	
5. MOMENTO DE INÉRCIA DE UM DISCO	103/I-N; 003/I; 005/I-N; 013/N-1	
6. PÊNDULO SIMPLES	003/I; 020/N-1; 021/N-1; 022/N-1 025/I; 005/N-1	
7. PÊNDULO COMPOSTO	003/I; 020/N-1 021/N-1; 022/N-1 124/N-1	

EXPERIÊNCIA DE MECÂNICA

NOME DA EXPERIÊNCIA	MATERIAL UTILIZADO
8. PÊNULO BALÍSTICO	139/N-1
9. PÊNULO DE TORSÃO	001/1; 003/1; 128/1-N; 129/N-1; 005/N-1; 027/N. 020/N-1; 021/N-1 036/N; 301/N-1.
10. ESTUDO DAS CORDAS VIBRANTES	120/N-1; 007/N-1; 025/N; 029/N-1; 020/N-1; 021/N-1 022/N-1; 036/N 023/N-1; 202/N-1
11. MEDIDA DA VELOCIDADE DO SOM NO AR	106/N-1; 105/N-1 035/N; 131/N-1; 005/N-1;
12. ESTUDO DE OSCILAÇÕES SIMPLES DE UM CORPO SUSPENSO EM UMA MOLA	020/N-1; 107/N-1 029/N-1; 013/N-1 003/1
13. DETERMINAÇÃO NO MÓDULO DE ELASTICIDADE	020/N-1; 021/N-1 026/N-1; 029/N-1 013/N-1; 005/N-1 015/N-1; 002/1
14. EQUILÍBRIO DE UMA BARRA RÍGIDA	124/N-1; 013/N-1 036/N; 132/N;

EXPERIÊNCIA DE MECÂNICA

NOME DA EXPERIÊNCIA	MATERIAL UTILIZADO
15. ESTUDO DE COLISÕES EM DUAS DIMENSÕES	116/N; 028/N-1; 127/N-1 005/N-1; 134/N
16. ESTUDO DO PLANO INCLINADO	121/N-1; 100/N; 104/N-1; 025/N; 029/N-1; 020/N-1; 021/N-1; 022/N-1; 013/N-1; 005/N-1 006/N-1; 133/N
17. ESTUDO DE ONDAS EM MOLAS	136/N 119/I; 120/I 003/I; 005/N-1
18. ESTUDO DE ONDAS NUMA CUBA DE ONDAS	122/N 135/I-N
19. DINÂMICA DAS ROTAÇÕES	003/I; 001/I; 005/N-1; 006/N-1; 029/N-1; 013/N-1; 130/N-1
20. TRABALHO E ENERGIA	102/I; 005/N-1; 006/N-1; 015/N-1
21. ESTUDO DE VISCOSIDADE	117/N-1; 118/N 116/N-1; 001/I ou 002/I; 003/I; 005/N-1

EXPERIÊNCIAS DE MECÂNICA

NOME DA EXPERIÊNCIA	MATERIAL UTILIZADO
22. DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DO AR	032/N-1; 027/N; 006/N-1; 035/N
23. ESTUDO DA TENSÃO SUPERFICIAL	115/N; 027/N; 114/N-1
24. DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DE SÓLIDOS E LÍQUIDOS	006/N-1; 111/I; 113/I; 004/N-1;
25. PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES	137/N-1; 027/N 006/N-1; 030/N
26. MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES	102/I
27. COEFICIENTE DE RESTITUIÇÃO FORÇAS DISSIPATIVAS	102/I
28. DETERMINAÇÃO DO MOMENTO DE INÉRCIA DE UM DISCO ATRAVÉS DO PÊNDULO DE MAXWELL	138/N-1; 003/I 006/N-1; 005/N-1

EXPERIÊNCIAS DE CALOR

NOME DA EXPERIÊNCIA	MATERIAL UTILIZADO
1. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE TÉRMICA DE UM CALORÍMETRO	400/I-N; 033/I-N; 006/N-1; 027/N; 004/N-1
2. DETERMINAÇÃO DO CALOR ESPECÍFICO DE SÓLIDOS E LÍQUIDOS	400/N-1; 004/N-1 033/N-1; 027/N 006/N-1; 413/N
3. DETERMINAÇÃO DO CALOR DE FUSÃO DO GELO	400/I-N; 004/N-1 027/N; 006/N-1
4. DETERMINAÇÃO DE TENSÃO DE VAPOR	032/N-1; 004/N-1 404/N-1; 410/I; 408/N-1
5. DETERMINAÇÃO DO EQUIVALENTE MECÂNICO DO CALOR	400/N-1; 004/N-1 006/N-1; 411/N-1
6. DETERMINAÇÃO DA RAZÃO $c_p/c_v = \gamma$	407/N; 414/N; 415/N; 003/I 006/N-1; 001/I
7. TERMÔMETRO A GÁS	416/N; 409/N; 403/I; 404/N-1; 033/N; 014/N-1 020/N-1; 021/N-1 022/N-1; 035/N

EXPERIÊNCIAS DE CALOR

NOME DA EXPERIÊNCIA	MATERIAL UTILIZADO
8. ESTUDO DA DILATAÇÃO DE SÓLIDOS	418/N-1; 417/N-1; 035/N; 004/N-1; 017/N; ou 033/N
9. CONDUÇÃO DE CALOR EM SÓLIDOS	003/1; 004/N-1; 017/N; 419/N-1; 420/N-1

EXPERIÊNCIAS DE ÓTICA

NOME DA EXPERIÊNCIA	MATERIAL UTILIZADO
1. ESTUDO DA FORMAÇÃO DE IMAGENS EM ESPELHOS	300/N-1; 301/N-1; 307/N-1; 308/N-1; 309/N-1; 310/N-1; 322/N-1
2. REFRAÇÃO DA LUZ ATRAVÉS DE SÓLIDOS E LÍQUIDOS	300/N-1; 301/N-1; 303/N-1; 304/N-1; 305/N-1; 309/N-1; 322/N-1
3. ESTUDO DE LENTES	300/N-1; 301/N-1; 303/N-1; 304/N-1; 305/N-1; 309/N-1; 322/N-1
4. ESPECTROSCOPIA DE PRISMA E REDE DE DIFRAÇÃO	311/1; 312/N-1; 313/1; 314/1
5. ESTUDO DA DIFRAÇÃO E INTERFERÊNCIA DA LUZ ATRAVÉS DE FENDAS SIMPLES E DUPLAS	300/N-1; 315/N-1; 316/N-1; 301/N-1 ou 302/1; 322/N-1 323/N-1
6. POLARIZAÇÃO DA LUZ	300/N-1; 301/N-1 ou 302/1; 318/1 310/1-N; 320/1; 243/1.
7. MEDIDA DA VELOCIDADE DA LUZ	300/1-N; 302/1; 321/1.

EXPERIÊNCIAS DE ELETRO-MAGNETISMO

NOME DA EXPERIÊNCIA	MATERIAL UTILIZADO	
1. ESTUDO DE CAMPOS ELÉTRICOS	228/N; 012/I; 230/N; 007/N-1 242/N	218/N-1; 221/N-1 011/I; 013/N-1; 023/N
2. ESTUDO DE ELEMENTOS RESISTIVOS LINEARES E NÃO LINEARES	007/N-1 ou 214/N; 011/I; 200/I-N; 224/I; 225/N-1; 215/N-1; 023/N	202/I-N; 205/N 226/I; 227/I;
3. ELETRÓLISE	228/N; 229/N; 202/N-1; 004/N-1; 007/N-1; 011/I 230/N; 023/N-1	
4. ASSOCIAÇÃO DE RESISTÊNCIAS	007/N-1 ou 214/N; 200/N-1; 202/N-1 009/I; 011/I; 023/N-1; 215/N-1	
5. PONTE DE FIO	209/N-1; 204/N 012/I; 022/N-1; 200/N	
6. PONTE DE WHEATSTONE	200/N-1; 012/I; 204/N; 206/N-1 022/N-1; 215/N-1	
7. ESTUDO DE UM GERADOR	204/N ou 214/N 202/N-1; 010/I e 010/I ou 011/I 022/N-1; 215/N-1	

EXPERIÊNCIAS DE ELETRO-MAGNETISMO

NOME DA EXPERIÊNCIA	MATERIAL UTILIZADO		
8. DIVISOR DE TENSÃO	204/N ou 214/N 011/I; 202/N-1; 206/N-1; 215/N-1 022/N-1		
9. EFEITO JOULE	400/N-1; 004/N-1; 007/N-1; 245/N.		
10. CARGA E DESCARGA DE UM CAPACITOR	221/N-1; 201/N-1 215/N-1; 010/I 003/I	221/N-1; 201/N-1 215/N-1; 003/I 233/I	221/N-1; 201/N-1 215/N-1; 016/N-1
11. FENÔMENOS TRANSITÓRIOS	22/N-1; 016/N-1 206/N-1; 207/N-1 203/N-1; 023/N-1		
12. GALVANÔMETRO DE ESPELHO	217/I; 206/N-1 204/N; 216/N-1 015/N-1; 200/N-1;		
13. ESTUDO DE UM PAR TERMO-ELETRICO	244/N-1; 012/I; 004/N-1		
14. ESTUDO DE UM DIODO	219/I; 011/I; 009/I; 010/I; 202/I-N; 220/N-1 221/N-1; 215/N-1		

EXPERIÊNCIAS DE ELETRO-MANETISMO

NOME DA EXPERIÊNCIA	MATERIAL UTILIZADO
15. RESSONÂNCIA ELÉTRICA	206/N-1; 207/N-1 223/N-1; 233/1 ou 016/N-1; ou 011/1; 022/N-1; 203/N-1.
16. INTERAÇÃO ENTRE CORRENTES - BALANÇA DE AMPÈRE	007/N-1; 009/1 023/N-1; 234/N-1
17. INTERAÇÃO ENTRE CORRENTES E ÍMÃS	007/N-1; 009/1 023/N-1; 234/N-1 240/N-1
18. CAMPO MAGNÉTICO DA TERRA	007/N-1; 011/1; 240/N; 241/N-1; 027/N; 020/N-1; 021/N-1; 022/N-1.
19. MOMENTO DE UM DIPOLÓ MAGNÉTICO	240/1-N; 241/N-1 020/N-1; 021/N-1 022/N-1; 213/N-1 214/N; 202/N-1 011/1; 003/1; 203/N-1; 241/N-1 216/N-1
20. HISTERESE	016/1-N; 236/1-N. 008/1-N; 203/1-N; 210/1-N; 201/1-N; 239/1-N; 206/1-N; 205/N.

EXPERIÊNCIAS DE ELETRO-MAGNETISMO

NOME DA EXPERIÊNCIA	MATERIAL UTILIZADO
21. CIRCUITOS DE CORRENTE ALTERNADA	008/I-N; 011/I; 237/I; 238/I; 200/I-N; 201/I-N 202/I-N; 203/I-N; 235/I-N; 210/I-N; 016/I-N.
22. ESTUDO DE TRANSFORMADORES	203/I-N; 202/I-N 008/I-N; 236/I-N; 011/I; 210/I-N; 238/I-N
23. PONTE DE CORRENTE ALTERNADA	012/I; 224/I; 011/I 223/I; 206/I; 207/I 209/I-N; 201/I-N; 203/I-N; 210/I-N; 016/I-N; 200/I-N 008/I-N:
24. DETERMINAÇÃO DA RAZÃO e/m	231/N-I; 232/N-I 202/N-I; 011/I 221/N-I; 023/N-I 215/N-I

PROCEDÊNCIA DO MATERIAL

No que diz respeito a procedência do material utilizado nos experimentos, deve-se destacar dois pontos principais:

1 - *Material Importado*

Em nossos laboratórios didáticos, quer parcial, quer totalmente, são encontrados instrumentais importados dos seguintes países, predominantemente: Estados Unidos, Alemanha, Japão, Inglaterra. Vários países do Leste europeu também têm fornecido equipamentos para nossas universidades.

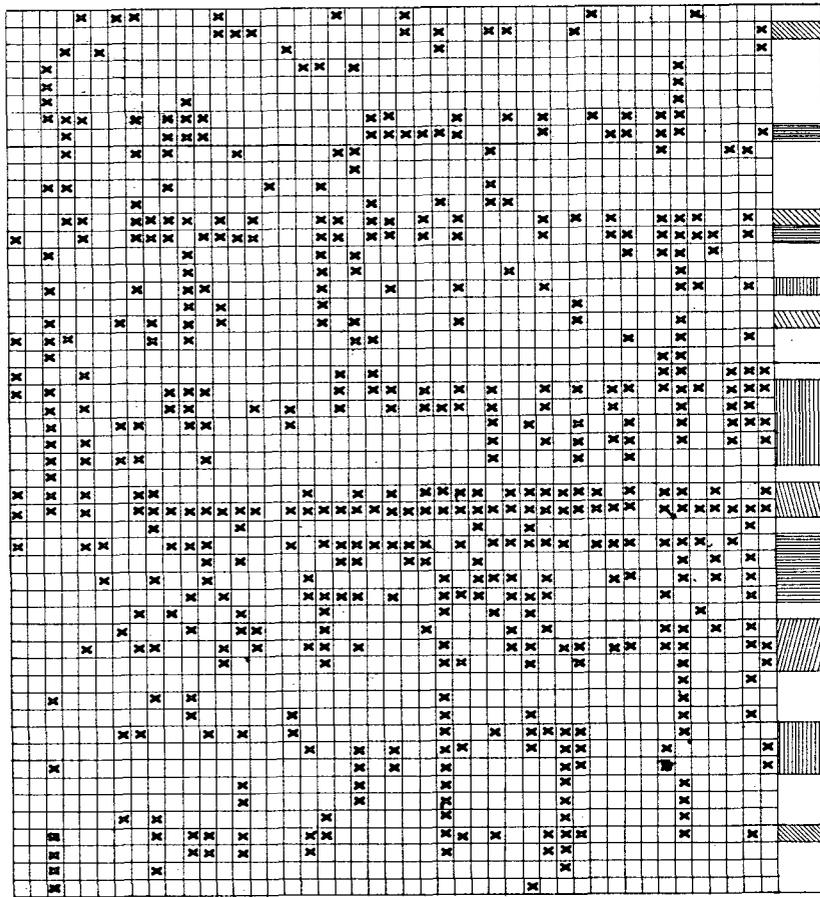
2 - *Material Nacional*

Em nosso País, são poucas as firmas que se dedicam à confecção de material didático. Muitas instituições universitárias desenvolveram nos últimos anos oficinas com um certo grau de sofisticação que de certa forma contribuem para o aparelhamento de seus laboratórios ou colaboram na manutenção dos instrumentais importados. Nesta linha de ação devemos destacar o Instituto de Física da Universidade de São Paulo e o ITA. Outras instituições universitárias estão procurando, com grandes sacrifícios, criar suas oficinas para produção e manutenção de equipamentos.

As principais firmas que se dedicam à produção de material de Laboratório são: FUNBEC- Fundação Brasileira para Desenvolvimento do Ensino de Ciências; BENDER LTDA. - MECÂNICA DE PRECISÃO; EQUILAB S/A. Embora as firmas BENDER e FUNBEC produzam material para a utilização predominante em escolas de 1º e 2º Graus, observam-se que os mesmos são frequentemente utilizados nas escolas de nível superior.

Algumas firmas especializaram-se em produzir material de vidraria que são utilizados nos laboratórios didáticos em todos os níveis. Nesta linha podemos citar firmas tais como a VIDROLEX e EUGÊNIO TREINE CIA. LTDA.

Finalmente, devemos destacar a existência de numerosas empresas que não se dedicam especificamente à produção de material didático, mas que frequentemente atendem a pe-



18. ESTUDO DE ONDAS NUMA CUBA DE ONDAS
19. DINÂMICA DAS ROTAÇÕES
20. TRABALHO E ENERGIA
21. ESTUDO DE VISCOSIDADE
22. DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DO AR
23. ESTUDO DA TENSÃO SUPERFICIAL
24. DET. MASSA ESPECÍFICA SÓLIDOS E LÍQUIDOS
25. PRINCÍPIOS DE ARQUIMEDES
26. MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES
27. COEFICIENTE RESTITUIÇÃO-F. DISSIPATIVAS
28. PÊNDULO DE MAXWELL
29. FLUIDO - DINÂMICA

CALOR

1. DETE. CAPACIDADE TÉRMICA DE UM CALORÍMETRO
2. DET. CALOR ESPECÍFICO SÓLIDOS E LÍQUIDOS
3. DET. DO CALOR DE FUSÃO DO GELO
4. DETERMINAÇÃO DA TENSÃO DE VAPOR
5. DET. DO EQUIVALENTE MECÂNICO DO CALOR
6. DETERMINAÇÃO DA RAZÃO $c_p/c_v = \gamma$
7. TERMÔMETRO A GÁS
8. ESTUDO DA DILATAÇÃO DE SÓLIDOS
9. CONDUÇÃO DE CALOR EM SÓLIDOS

ÓTICA

1. ESTUDO DA FORMAÇÃO DE IMAGENS EM ESPELHOS
2. REFRAÇÃO DA LUZ EM SÓLIDOS E LÍQUIDOS
3. ESTUDO DE LENTES
4. ESPECTROSCOPIA DE REDE E PRISMA
5. ESTUDO DA DIFRAÇÃO E INTERFERÊNCIA
6. POLARIZAÇÃO DA LUZ
7. MEDIDA DA VELOCIDADE DA LUZ

ELETRÔ - MAGNETISMO

1. ESTUDO DE CAMPOS ELÉTRICOS
2. ELEMENTOS RESISTIVOS LINEARES E NÃO LINEARES
3. ELETROLÍSE
4. ASSOCIAÇÃO DE RESISTÊNCIAS
5. PONTE DE FIO
6. PONTE DE WHEATSTONE
7. ESTUDO DE UM GERADOR
8. DIVISOR DE TENSÃO
9. EFEITO JOULE
10. CARGA E DESCARGA DE UM CAPACITOR
11. FENÔMENOS TRANSITÓRIOS
12. GALVANÔMETRO DE ESPELHO
13. ESTUDO DE UM PAR TERMO-ELETRICO
14. ESTUDO DE UM DIODO
15. RESSONÂNCIA ELÉTRICA
16. INTERAÇÃO ENTRE CORRENTES-BAL. AMPERE
17. INTERAÇÃO ENTRE CORRENTES E IMÃS
18. CAMPO MAGNÉTICO DA TERRA
19. MOMENTO DE UM DIPÓLO MAGNÉTICO
20. HISTERESE
21. CIRCUITOS DE CORRENTE ALTERNADA
22. ESTUDO DE TRANSFORMADORES
23. PONTE DE CORRENTE ALTERNADA
24. DETERMINAÇÃO DA RAZÃO e/m

didados específicos de aparelhos que se prestam a este fim. Tal lista, seria sem dúvida alguma numerosa, mas para melhor exemplificar poderíamos citar: Philips do Brasil S/A; D.F.Vasconcelos; ENGR0 S/A - INSTRUMENTOS ELÉTRICOS, BRASELE ELETRÔNICA S/A, etc.

Observa-se que muitas empresas apresentam condições concretas para atender a inúmeros pedidos de aparelhos que são utilizados em nossas Universidades mas por motivos diversos não são solicitadas a colaborar nesta área tão importante.

Com poucas exceções (cronômetros, micrômetros, paquímetros, "lasers") nossas observações levaram-nos a concluir que existe real possibilidade de se poder fabricar a maioria do material utilizado em nossos laboratórios, em nosso próprio país. Tal fato é de indiscutível importância e prioridade, pois implicaria na economia de divisas e também no desenvolvimento de *know how* nacional neste setor.

OBSERVAÇÕES GERAIS

Com relação aos Laboratórios Didáticos dos cursos básicos do ensino superior, na parte referente ao ensino de Física, cumpre realizar as seguintes observações.

1 - Com Relação aos Objetivos

Muitos experimentos são introduzidos com as seguintes finalidades:

1.1 - Habilitar o estudante a manusear instrumentos. Este objetivo é detetado, em quase todas as instituições de ensino superior de nosso país, observando-se que uma parte apreciável das atividades de Laboratório é destinada a este fim. Desta forma, muitos experimentos são projetados para habilitar o estudante à utilização de instrumentos tais como:

- Paquímetro e micrômetro
- Amperímetro, voltímetro, ohmímetro, multi-tester;
- Osciloscópio;
- etc.

1.2 - Desenvolver certas partes teóricas, que não são mi-

nistradas nos cursos regulares:

- Teoria dos erros
- Calorimetria;
- Ótica
- Corrente alternada;
- etc

1.3 - Verificação experimental de leis físicas.

1.4 - Experiências de demonstração.

2 - *Com Relação aos Equipamentos*

No que diz respeito à utilização dos instrumentais necessários aos experimentos que são normalmente realizados, pode-se destacar o seguinte:

2.1 - Tendência nítida de se utilizar cada vez mais instrumentais sofisticados que são produzidos atualmente. Nesta linha de observação, deteta-se a utilização de materiais tais como:

- "Air Track" ou "Pucks";
- "Lasers";
- Pinéis ajustáveis para vários experimentos de eletricidade e magnetismo;
- Osciloscópios;
- Espectroscópio.

2.2 - A utilização de equipamentos como os citados no item 2.1 reflete uma outra tendência observada: a possibilidade de se realizar um grande número de experimentos com um mesmo conjunto de instrumentos. Desta forma, somente com a utilização de um conjunto completo de "Air Track" pode-se realizar mais de 20 experimentos diferentes, com o auxílio de Laser, mais de 50 experimentos, etc... Tais fatos tornam-se relevantes devido a uma multiplicidade de fatores, entre eles destacamos:

- Economia de material;
- Facilidade de armazenamento - economia de espaço;
- Facilidade de manutenção;
- Facilidade de utilização.

2.3 - A necessidade de cada instituição, respeitados os mó-

dulos, de possuírem o que foi definido como:

- EQUIPAMENTO BÁSICO FUNDAMENTAL

- EQUIPAMENTO DE APOIO

Tais equipamentos são necessários a inúmeros experimentos quer no campo da Física, quer no da Química e sua presença num Laboratório Didático é de fundamental importância.

2.4 - Embora sejam aparentemente bastante numerosas as listas de experimentos nas áreas citadas, devemos ressaltar dois aspectos fundamentais:

2.4.1 - As diversas entidades ouvidas realizam em média cerca de 6 (seis) experimentos semestrais (quando realmente o Laboratório é utilizado):

2.4.2 - Os equipamentos que são normalmente utilizados se prestam a uma tal versatilidade que dependendo dos objetivos desejados por uma Instituição qualquer, muitas outras experiências não catalogadas nesta relação poderão ser realizadas:

2.5 - Observa-se que muitas Instituições importam, frequentemente, equipamentos completos para muitos experimentos, embora existam não somente similares que já são fabricados em nosso país, como também muitos componentes podem ser encontrados sem grandes dificuldades, em nosso comércio, produzidos pela indústria nacional.

2.6 - Torna-se necessário prever, na formação dos laboratórios, recursos para material de consumo, de utilidade das mais variadas, tais como: fios elétricos, chapas diversas, água destilada, álcool, papel carbono, "clips", "percevejos", pregos, parafusos, bem como uma pequena oficina de manutenção. É imperativo formar-se pessoal qualificado para a manutenção dos equipamentos existentes, sem o que, em curto espaço, ter-se-á um Laboratório mutilado.

ANEXO A

ENTIDADES PESQUISADAS

1 - RIO GRANDE DO SUL

- Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- Pontifícia Universidade Católica
- Universidade Federal de Santa Maria
- Universidade de São Leopoldo

2 - SANTA CATARINA

- Universidade Federal de Santa Catarina
- Fundação Educacional da Região de Blumenau
- Faculdade de Engenharia de Joinville

3 - PARANÁ

- Universidade Federal do Paraná
- Universidade de Maringá
- Universidade Estadual de Londrina

4 - SÃO PAULO

- Universidade de São Paulo (IFUSP)
- Universidade Estadual de Campinas
- Universidade Mackenzie
- Faculdade de Engenharia Industrial (FEI)
- Universidade de Mogi das Cruzes
- Universidade Federal de São Carlos
- Pontifícia Universidade Católica
- Faculdade de Engenharia Mauá
- Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)
- Fac.Fil., Ciências e Letras de Araraquara
- Fac.Fil., Ciências e Letras de Rio Claro
- Faculdade de Engenharia de Guaratinguetã
- Faculdade de Tecnologia (FATEC)
- Faculdade Farias de Brito
- Faculdade de Filosofia de Santo Amaro
- Inst. Física-Química - São Carlos - USP

5 - GUANABARA

- Universidade Federal do Rio de Janeiro
- Universidade Gama Filho

- Pontifícia Universidade Católica
- Universidade Católica de Petrópolis
- 6 - *ESPIRITO SANTO*
- Universidade Federal do Espírito Santo
- 7 - *MINAS GERAIS*
- Universidade Federal de Minas Gerais
- 8 - *BAHIA*
- Universidade Federal da Bahia
- 9 - *SERGIPE*
- Universidade Federal de Sergipe
- 10- *ALAGOAS*
- Universidade Federal de Alagoas
- 11- *BRASÍLIA*
- Universidade Federal de Brasília
- 12- *PERNAMBUCO*
- Universidade Federal de Pernambuco
- Fundação de Ensino Superior de Pernambuco
- Universidade Católica de Pernambuco
- 13- *RIO GRANDE DO NORTE*
- Universidade Federal do Rio Grande do Norte
- 14- *CEARÁ*
- Universidade Federal do Ceará
- 15- *PARÁ*
- Universidade Federal do Pará
- 16- *PARAÍBA*
- Universidade Federal da Paraíba
- 17- *PIAUI*
- Universidade Federal do Piauí

ANEXO B

EQUIPAMENTO BÁSICO FUNDAMENTAL - INFRA-ESTRUTURA DE UM LABORATÓRIO DIDÁTICO

<i>ESPECIFICAÇÃO</i>	<i>CÓDIGO UTILIZADO</i>
PAQUÍMETRO	001
MICRÔMETRO	002
CRONÔMETRO	003
TERMÔMETROS	004
TRENAS	005
BALANÇAS	006
FONTE DE TENSÃO DC (BAIXA TENSÃO)	007
FONTE DE TENSÃO AC - VARIAC	008
AMPERÍMETRO	009
VOLTÍMETRO	010
MULTI-TESTER	011
GALVANÔMETRO	012
MASSAS AFERIDAS	013
BARÔMETRO	014
NÍVEL DE BOLHA	015
OSCILOSCÓPIO	016
EBULIDOR	017

EQUIPAMENTO DE APOIO - ACESSÓRIOS GERAIS

TRIPÉS	020
HAS DE DIVERSOS COMPRIMENTOS E DIÂMETROS	021
PRESILHAS P/POSIÇÕES VERTICAIS E HORIZONTAIS	022
FIOS DE LIGAÇÃO	023
TERMINAIS TIPO "GARFOS" E "JACARÉS"	024
FIOS DE NYLON	025
FIOS DE AÇO DE DIVERSOS DIÂMETROS	026
RECIPIENTES DIVERSOS	027
GRAMPO DE CARPINTEIRO	028
PORTA-PESOS	029
PROVETAS	030
RÉGUAS MILIMETRADAS	031
BOMBA DE VÁCUO	032
BICO DE BUNSEN E TELA DE AMIANTO	033

TUBOS DE BORRACHA (DIVERSOS DIÂMETROS)	034
TUBOS DE PLÁSTICOS (DIVERSOS DIÂMETROS)	035
RÉGUA COMUM (~1 metro)	036

MATERIAL UTILIZADO NAS EXPERIÊNCIAS DE MECÂNICA

<i>ESPECIFICAÇÃO</i>	<i>CÓDIGO UTILIZADO</i>
CARRINHO TIPO PSSC	100
MARCADOR DE TEMPO TIPO PSSC.....	101
CONJUNTO COMPLETO "AIR TRACK"	102
DISCO P/ESTUDO DE MOMENTO DE INÉRCIA	103
POLIAS DE DIVERSOS DIÂMETROS	104
DIAPASÕES DE DIVERSAS FREQUÊNCIAS	105
TUBO DE VIDRO P/DETERMINAÇÃO VELOCIDADE DO SOM	106
MOLAS PARA O ESTUDO DA LEI DE HOOKE	107
MESA CIRCULAR P/ESTUDO DE COMPOSIÇÃO DE FORÇAS	108
GERADOR DE FAISCA (MARCADOR DE TEMPO)	109
FITA DE PAPEL P/MARCADOR DE TEMPO	110
BALANÇA DE MOHR-WESTPHAL	111
AERÔMETRO	112
PICNÔMETRO	113
DINAMÔMETROS	114
ANEL METÁLICO P/ESTUDO DE TENSÃO SUPERFICIAL	115
ESFERAS METÁLICAS DE DIVERSOS DIÂMETROS	116
TUBO DE VIDRO P/ESTUDO DE VISCOSIDADE (~1 m).....	117
ÓLEOS DE DIVERSAS VISCOSIDADES	118
MOLAS EM HÉLICE P/ESTUDO DE ONDAS	119
VIBRADOR DE FREQUÊNCIA VARIÁVEL P/ESTUDO DE ONDAS	120
PLANO INCLINADO (COMPRIMENTO ~2 m)	121
CUBA DE ONDA E ACESSÓRIOS (TIPO PSSC)	122
CALHAS	123
BARRA UNIFORME C/FUROS P/ESTUDO PÊNDULO COMPOSTO	124
PÊNDULO BI-FILAR	125
APARELHO DE QUEDA LIVRE	126
MESA DE VIDRO C/ACESSÓRIOS PARA "PUCKS"	127
APARELHO P/MEDIR A TORSÃO DE 1 FIO	128
PÊNDULO DE TORSÃO-DISCO E CILINDRO E FIO C/ESPELHO	129
VOLANTE P/ESTUDO ROTAÇÕES (CINEMÁTICO E DINÂMICO)	130

MARTELO DE BORRACHA	131
GANCHOS P/MASSAS AFERIDAS	132
BLOCOS DE MADEIRA P/PLANO INCLINADO	133
DISPOSITIVO PROVIDO DE RÉGUA DE PLÁSTICO PROVIDA DE CA- NALETA P/ESTUDO DE CHOQUE EM DUAS DIMENSÕES	134
CUBA DE ONDA TIPO REFLEXÃO (C/ACESSÓRIOS)	135
MOLAS DE DIÂMETROS DISTINTOS (TIPO PASSC) P/ONDAS	136
BALANÇA HIDROSTÁTICA	137
PÊNDULO DE MAXWELL	138
CONJUNTO PARA PÊNDULO BALÍSTICO	139

*MATERIAL UTILIZADO NAS EXPERIÊNCIAS DE ELETRICIDADE E
MAGNETISMO*

RESISTORES	200
CAPACITORES	201
REOSTATOS	202
BOBINAS	203
PILHAS	204
LÂMPADAS DIVERSAS	205
CAIXAS DE RESISTÊNCIAS	206
CAIXA DE CAPACITORES	207
SHUNT	208
PONTE DE FIO	209
NÚCLEO DE FERRO EM FORMA DE <u>U</u>	210
FONTE DE ALTA TENSÃO DC	211
PAR TERMO-ELETRICO	212
BÚSSOLA	213
BATERIAS	214
CHAVES SIMPLES	215
CHAVES INVERSORAS	216
GALVANÔMETRO DE ESPELHO	217
BALANÇA ELETROSTÁTICA	218
VÁLVULA DIODO	219
FONTE CA 6,3 V	220
FONTE VARIÁVEL DC ATÉ 5.000 V	221
GERADOR DE ONDAS QUADRADAS	222
GERADOR DE AUDIO	223

RETIFICADOR DE SILICIO	224
ELEMENTO RESISTIVO VDR	225
LDR	226
NTC	227
CUBA ELETROLÍTICA	228
ELETRODOS P/CUBA ELETROLÍTICA	229
ELETROLITOS	230
SOLENOÍDE	231
TUBO DE RAIOS CATÓDICOS	232
VOLTÍMETRO ELETRÔNICO	233
BALANÇA DE AMPERE C/ACESSÓRIOS	234
WATTÔMETRO	235
AMPERÍMETRO P/AC	236
VOLTÍMETRO P/AC	237
TRANSFORMADORES	238
NÓCLEO DE FERRO EM FORMA DE BARRA	239
IMÃS	240
BOBINA TIPO HELMHOLTZ	241
PONTA DE PROVA	242
MICRO-AMPERÍMETRO	243
FIOS DE MATERIAIS DIFERENTES P/TERMO-PAR	244
FIO DE NÍQUEL CROMO	245
LIMALHA DE FERRO	246
 <i>MATERIAL UTILIZADO NAS EXPERIÊNCIAS DE ÓTICA</i>	
BANCO ÓTICO C/SUORTES	300
FONTE DE LUZ P/EMIÇÃO DE FEIXE LUMINOSO PARALELO	301
LASER	302
LENTE CONVERGENTE	303
LENTE DIVERGENTE	304
LENTE CILINDRICA	305
DIAFRAGMAS	306
ESPELHO PLANO	307
ESPELHO CONVEXO	308
ESPELHO CONCAVO	309
SUORTES P/LENTE E ESPELHO	310
ESPECTROSCÓPIO	311

PRISMAS	312
REDE DE DIFRAÇÃO	313
FONTES DE LUZ (Hg, He, Ne, H, Na, etc.)	314
FENDAS SIMPLES	315
FENDAS DUPLAS	316
ORIFÍCIOS DE DIVERSOS DIÂMETROS	317
POLARIZADORES	318
SÓLIDOS TRANSPARENTES (VIDRO, LUCITE, ETC.)	319
FOTO-DIODO	320
INTERFERÔMETRO	321
TELA	322
FILTROS	323

MATERIAL UTILIZADO NAS EXPERIÊNCIAS DE CALOR

CALORÍMETRO	400
MASSAS AFERIDAS DE DIFERENTES SUBSTÂNCIAS	401
BALÃO DE VIDRO DE 1.000 CC	402
MERCÚRIO	403
VASO DE DEWAR	404
PROVETAS GRADUADAS	405
TUBOS DE ENSAIO	406
BALÃO DE 500 CC	407
TUBO DE VIDRO C/DUPLA ENTRADA PROVIDA DE VÁLVULAS	408
TUBOS EM FORMA DE <u>U</u>	409
MANÔMETROS	410
CONJUNTO P/DETERMINAÇÃO EQUIVALENTE MECÂNICO DO CALOR ..	411
BARRAS DIVERSAS SUBSTÂNCIAS P/CONDUTIVIDADE TÉRMICA	412
MASSAS DE SUBSTÂNCIAS SÓLIDAS: FERRO, NÍQUEL, COBRE, ETC.	413
ROLHAS	414
SERINGA DE INJEÇÃO 10 CC	415
TUBO DE VIDRO 250 CC	416
CILINDROS OCOS P/DET. COEFICIENTE DE DILATAÇÃO LINEAR ..	417
APARELHO PARA SE ESTUDAR DILATAÇÃO LINEAR	418
APARELHO P/ESTUDO DE CONDUÇÃO TÉRMICA	419
TERMO-PAR	420

D₁ – UM LABORATÓRIO DE TERMODINÂMICA BASEADO NO ESTUDO DE CICLOS REAIS

TAKEYA, Mario Koechi; ZANETIC, João e MENEZES, Luis Carlos de –
Instituto de Física – USP

Este trabalho surgiu em função de uma atuação crítica de alguns professores em relação ao ensino de laboratório de Física, ministrado aos alunos dos cursos básicos da U.S.P. Essas críticas se referem especialmente à metodologia de ensino envolvida (guia de experiência tipo receituário) e ao caráter de "experiência idealizada" que as experiências contêm. Neste trabalho vamos nos ater ao segundo aspecto mencionado.

Para se verificar uma abstração (representada por uma lei física) utiliza-se de outra "abstração" (representada pela experiência idealizada). Achamos que estas experiências idealizadas devem ser parte de um processo (o processo científico) e não o próprio processo, como tem sido até aqui. Devemos partir do real (realidade vivida pelo aluno) e retornar a ele, com uma compreensão mais ampla do fenômeno.

Partindo dessas premissas estamos elaborando um projeto de laboratório de termodinâmica baseado no estudo de uma geladeira que foi construída por um grupo de alunos (*) da disciplina de instrumentação para o Ensino de Física do IFUSP.

Essa geladeira foi utilizada no final do 2º semestre da física básica como uma experiência livre.

* Grupo de alunos: Eduardo Becker, Kazunori Watari, Mercedes Fontes Itabashi, Toshiyuki Ohata e Tung Shin Wei.

D₂ – INOVAÇÕES NOS LABORATÓRIOS DE FÍSICA GERAL NO INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS DA UFMG

GOMES, Arthur Eugênio Quintão e ALVARES, Beatriz Alvarenga – Instituto de Ciências Exatas da UFMG

Procura-se uma nova abordagem para os laboratórios de Física Geral com a eliminação dos relatórios tradicionais, introdução de provas relativas aos trabalhos feitos no laboratório e a execução de projetos.

O projeto consiste na solução, pelos alunos, de um problema experimental a escolha do estudante, a partir de uma longa relação fornecida a eles no início do semestre.

O material exigido para as experiências pode ser simples, barato e de fácil aquisição.

Esta nova abordagem foi introduzida apenas no último semestre letivo com os alunos de Física I, pretendendo-se extendê-la às demais disciplinas de Física Geral, nos próximos semestres.

De maneira geral a experiência foi satisfatória, necessitando ainda de alguns ajustes.

Procedendo a um levantamento sobre a situação dos laboratórios de Física Geral, através de questionário aplicado a alunos e professores do ICEx., percebemos uma insatisfação generalizada em relação à situação existente.

No questionário (retirado de trabalho semelhante, realizado pelo professor João Zanetic no IFUSP e apresentado na XXVII Reunião Anual da SBPC) se procurou levantar objetivos reais e ideais dos laboratórios de Física Geral e outros dados.

Baseando-se em resultados obtidos através destes questionários, propusemos algumas inovações nos trabalhos de laboratório, que estão sendo postas em prática, em caráter experimental e que passamos a descrever.

Estipulamos uma carga horária de acordo com as disponibilidades de instalações e pessoal; 20 horas-aula por semestre para as atividades dentro do laboratório, introduzindo também a execução de um pequeno projeto e a realização de provas.

Os pontos atribuídos às atividades de laboratório foram aumentados, passando a 30% do total de pontos distribuídos na disciplina.

De maneira geral as atividades de laboratório abrangem:

- Práticas com orientação
- Solução de problemas práticos
- Prova sobre as práticas

1. As práticas com orientação, semelhantes às práticas tradicionais, são executadas pelos estudantes, em grupos de três, a partir de um roteiro e de material previamente selecionado, à disposição nas mesas do laboratório. Estas práticas envolvem material muito simples, que permite fácil observação do fenômeno a ser estudado, conduzindo a resultados experimentais bastante satisfatórios e de obtenção rápida.

Como o número de trabalhos que podem ser executados é bastante reduzido (5 por semestre), procuramos selecionar assuntos que envolvem os conceitos fundamentais mais relevantes no estudo da Física Geral. A preocupação na escolha de material simples e de fácil manuseio está ligada a vários fatores: a maioria dos nossos estudantes tem o primeiro contato com laboratório na Universidade; o número muito elevado de alunos que vão manipular o mesmo equipamento; a dificuldade de verbas para aquisição de material e sua carência no mercado. Além disso, o material mais simples permite observação mais direta do fenômeno a ser estudado, evitando que montagens complicadas e "caixas pretas" mascarem ou escondam, num primeiro contato, o fenômeno que se quer explicitar.

Sendo curto o tempo de execução da experiência, há possibilidade de aumentar o conhecimento obtido na experiência, aplicando os conceitos aprendidos a situações

mais sofisticadas, através de demonstrações com aparelhos mais caros, análise de dados e de experiências realizadas por cientistas, análise de filmes e *slides* que apresentam extensões do estudo.

No final de cada prática, o aluno deve fazer uma leitura suplementar, geralmente relacionada com a prática, e na qual é formulada uma série de questões.

O relatório tradicional das práticas de laboratório foi abolido, pois verificou-se que o estudante preocupava-se muito mais com a confecção formal do relatório - que lhe garantia a nota - esquecendo-se da experiência propriamente dita. Além disso, a correção dos relatórios, por demandar trabalho e tempo do professor, não era devidamente feita, e as notas eram atribuídas pela sua apresentação. Outro fato é que, como as práticas são feitas de acordo com o roteiro, o relatório seria em grande parte repetição das instruções ali apresentadas, sendo então substituído por questões a serem respondidas individualmente pelos alunos após discussão com o seu grupo e com o professor. A essa atividade não é atribuída nota, pois estamos diante de uma situação de aprendizagem e não de verificação. A nota que tradicionalmente lhe é atribuída, foi transferida para provas sobre as práticas. Nestas provas, são formuladas questões para aferir a aprendizagem em todas as atividades feitas no laboratório.

A seguir apresentamos como ilustração o esquema de uma das práticas.

Experiência para estudo da conservação da quantidade de movimento linear:

- a) Prática com roteiro utilizando caminhos para verificação da quantidade de movimento numa explosão e pêndulos simples para estudo de colisões elásticas e inelásticas em uma e duas dimensões, com massas iguais e diferentes.
- b) Extensão: demonstração com câmaras de nuvem, análise de fotografias de colisões em câmara de nuvem, estudo

de trabalhos de Chadwick para determinação da massa do nêutron.

c) Leitura suplementar de textos sobre a descoberta da Radioatividade com citações originais de H. Becquerel e Rutherford.

2. Tentando complementar as atividades de laboratório, introduzimos a solução de dois problemas experimentais. O primeiro é feito no laboratório, sob a supervisão do professor e um determinado problema é proposto para cada grupo. O objetivo deste trabalho é colocar o aluno num primeiro contato com uma investigação livre, preparando-o para a realização de um segundo problema de livre-escolha. Como parte desta preparação, é distribuído aos estudantes o texto "Passos intermediários na solução de um problema experimental" (trabalho apresentado na XXVII Reunião Anual da SBPC, por professores do IFUSP), que dá orientação para o encaminhamento da solução do problema e para a elaboração do relatório exigido neste trabalho. O problema experimental de livre escolha (pequeno projeto) é realizado fora do horário de suas aulas, em casa ou em uma oficina montada para este fim. Nesta oficina o aluno encontra ferramentas básicas e outros materiais que poderão ser úteis na execução do trabalho, como tubos de vidro, fios, soldas, retalhos de lata, madeira, etc. Estamos tentando obter pequena verba destinada à compra de outros materiais que sejam eventualmente solicitados pelos alunos e equipamentos existentes no almoxarifado dos laboratórios de Física Geral podem ser emprestados.

É sugerido aos alunos uma extensa lista de situações a serem investigadas, mas os alunos são livres para investigarem outras situações não mencionadas na lista desde que sigam a mesma linha dos trabalhos sugeridos, isto é, que seja um trabalho de investigação e não um simples exercício de construção (construir um oscilador eletrônico, ou um amplificador, ou qualquer coisa baseada em instruções de um livro ou revista, é uma atividade importante, mas não é válida dentro dos objetivos que propomos).

Os trabalhos sugeridos envolvem, de maneira geral, a utilização de material simples e barato e grande parte dos alunos os executam com recursos próprios.

Como ilustração apresentamos alguns dos trabalhos constantes da lista sugerida aos alunos:

- Estudar a adesão de gelo em superfícies metálicas. Problemas importantes que aparecem ao se projetar aviões e navios para operarem em regiões frias. Alguns fatores que podem ser analisados: dependência com a temperatura da adesão específica (força/aérea) em superfícies metálicas limpas; influência de impurezas na água que forma gelo; influência dos revestimentos (plásticos, tinta, cera, etc).
- Estudar a influência da temperatura inicial da água sobre o tempo que ela gasta para se resfriar até 0°C .
- Estudar a velocidade média da difusão das moléculas de líquidos coláteis - amônia, éter, etc. - no ar.
- Estudar a deformação de uma barra sobre compressão - flambagem - importante no estudo de colunas, estacas, etc. Alguns fatores que podem ser analisados: influência das dimensões da barra, forma da seção transversal, material de que são feitas, tensão de compressão, etc.
- Na fabricação de material de embalagem (papelão) é comum entremear uma estrutura de forma definida entre duas folhas de papel. Desta maneira consegue-se obter um material relativamente rígido a partir de material bastante flexível. Estudar as propriedades elásticas de papelões constituídos com diferentes tipos de estruturas internas (seções de tubos, seção quadrada, seções hexagonais, etc).
- Estudar a resistência de barras de concreto. Alguns fatores que podem ser analisados: relação cimento, areia, brita, tipos de areia, granulações, tempo de secagem, etc.
- Estudar a variação do comprimento do cabelo com a umidade. Este estudo é importante para a construção de higrômetro.
- Construir um tubo de raios catódicos usando um tubo de ensaio (ver projeto Harvard, vol.5), para determinar a razão q/m do elétron.
- Algumas substâncias de uso comum apresentam radioativa-

de (camisas de lampeão, substâncias fosforescentes). Estudar esta radioatividade usando filmes comuns de fotografias, filmes de raios X usados pelos dentistas, etc (experiência semelhante à de Becquerel).

- Estudar a concentração de partículas em suspensão no ar (poeira), em diversos pontos da cidade.
3. Como já dissemos, não é atribuída nota às experiências com roteiro, sendo 50% dos pontos relativos às atividades práticas atribuídos aos problemas experimentais e 50% à prova sobre as práticas.

Estas inovações nos laboratórios de Física Geral são ainda recentes, não permitindo ainda uma avaliação completa dos resultados. Entretanto, elas têm sido aceitas tanto por parte dos professores como pelos alunos. Houve grande entusiasmo por parte da maioria dos alunos na execução do problema experimental e apareceram alguns trabalhos realmente muito bons.

Naturalmente, muitas dificuldades e falhas foram observadas, tais como limitação do número de professores envolvidos e do tempo disponível para uma avaliação mais criteriosa dos trabalhos.

D₃ – O LABORATÓRIO DO CURSO PERSONALIZADO DE FÍSICA 3-4 (1975) NO IFUSP

BOUÉRES, Luiz Carlos Soares; CESAR, Ruth de OLIVEIRA e os Monitores do C. P. I de Física 3-4 (1975)

O C.P.I. de Física 3-4 do IFUSP foi uma continuação da experiência de 1974 no 1º ano do curso básico de física. Aproximadamente 35 alunos em Física 3 e 30 alunos em Física 4 participaram do curso.

A parte prática do curso surgiu da proposta de um de nós (LCSB) cujo objetivo foi separar, didaticamente, o aprendizado de *técnicas de medidas elétricas* da realização de *experiências* de física (eletromagnetismo e física moderna).

O aprendizado de *técnicas de medidas elétricas* foi separado em dois conjuntos: técnicas em CC (corrente contínua) no 1º semestre e técnicas em CA (corrente alternada) no 2º semestre. Cada conjunto abrangendo seis técnicas de duas horas de prática e discussão cada. Não houve avaliação específica e nem obrigatoriedade de realização. O aprendizado transcorreu paralelo ao curso em si.

As *experiências* eram os passos práticos do curso e foram em número de 3 (três) para Física 3 e 4. As avaliações eram baseadas na atuação dos alunos no laboratório e em relatórios escritos individuais. O conhecimento de técnicas foi cobrado então como pré-requisito.

Uma apresentação do programa será feita e possivelmente uma discussão dos resultados conseguidos.

O conteúdo de matéria deste curso foi essencialmente idêntico ao dos cursos regulares do IFUSP e outras escolas de Física do País. A parte prática do 2º ano do curso básico de Física abrange tradicionalmente um aprendizado de certas técnicas de laboratório, principalmente de eletri-

cidade, a experiência de Física envolvendo o eletromagnetismo (incluindo Óptica) e rudimentos de Física moderna.

Nosso propósito neste curso (veja lista de objetivos do laboratório - Apêndice 1) foi separar didaticamente o aprendizado das *técnicas de medidas elétricas* da realização de um relativamente pequeno número de *experiências*, onde a maior ênfase foi colocada no método experimental - seu planejamento e discussão- assim como na análise dos resultados e sua correta interpretação.

O aprendizado de técnicas constitui atividade paralela à programação seriada típica do personalizado. Tendo em vista que alguns alunos já pudessem dominar certas técnicas, não houve obrigatoriedade dessa atividade. Também não houve a avaliação específica, a não ser pelo pré-requisito das experiências de uma ou mais técnicas. Foram programados dois conjuntos de seis técnicas cada um, separadas em corrente contínua (CC) e corrente alternada (CA). Apenas 4 (quatro) das seis técnicas de CA foram realizadas (guias de estudo preparados). Cada técnica foi planejada para um período de 2 (duas) horas de permanência do aluno no laboratório, podendo uma mesma técnica ser repetida se desejada.

Por seu lado as experiências constituíram a parte principal do aprendizado, onde procurou-se desenvolver mais as características comportamentais, com o espírito crítico, em situações práticas cuja base teórica necessária era de conhecimento prévio do aluno. A parte de motivação com experiências de demonstração constituiu um capítulo à parte (veja outra comunicação dos autores que trata da organização do curso como um todo).

Vamos agora apresentar um resumo do programa; dividindo-o em Física 3 e Física 4.

PROGRAMA

FÍSICA 3

A. *Técnicas (CC)*

AT-1. Curvas Características: Tensão x Corrente

AT-2. Multitestes e Ohmímetro: Associação Série de Resistências.

- AT-3. Resistências Internas de Medidores e Fontes: Associação Paralela de Resistências
- AT-4. Transformações de Fundo de Escala de Medidores: Shunts
- AT-5. Método da Linha de Carga: Associação Série de um Elemento Resistivo Linear com um Não-Linear
- AT-6. Ponte de Wheatstone: Um Novo Instrumento de Medida de Precisão

B. Experiências

- 1a. (Passo 3) - Movimento de Elétrons em Campos Eletrostáticos
- 2a. (Passo 8) - Balança de Corrente
- 3a. (Passo 12) - Balança Eletrostática

FÍSICA 4

A. Técnicas (CA)

- AT-1. Osciloscópio I - Medidas de Tempos, Tensões e Frequências
- AT-2. Osciloscópio II - Circuitos RC e RL
- AT-3. Osciloscópio III - Circuitos RLC Série Transitório
- AT-4. Potência Elétrica - Dissipação, Eficiência e Transferência Máxima de Energia
- AT-5. Retificação de Corrente Alternada
- AT-6. Ponte de Corrente Alternada

B. Experiências

- 1a. (Passo 4) - Ressonância Elétrica
- 2a. (Passo 8) - Efeitos Compton e Fotoelétrico
- 3a. (Passo 11) - Difração e Polarização da Luz
- 4a. (Passo 13) - Espectroscopia Óptica

GUIAS DE ESTUDO

Um guia típico de *técnica de medida elétrica* continha as seguintes partes:

- 1. Objetivos
- 2. Introdução
- 3. Discussão
- 4. Material Utilizado

5. Procedimento

6. Apêndices

Quase todos os ítems acima falam por si mesmos do que representam. Destacaremos somente três destes por acharmos que em nossas condições especiais eles merecem detalhes. Na *discussão* procuramos justificar a técnica particular e sua relação com o aprendizado teórico do aluno. O *procedimento* era elaborado com uma preocupação especial: tentava dar ao aluno condições para que ele aprendesse a técnica sem que para isso fosse fornecida uma "receita" de como atuar.

Por último os *apêndices* continham algum tipo de cálculo especial ou discussão de assuntos como: ligações de terra, cabos coaxiais, código de cores de resistores, etc.

Um guia típico de *experiência* compreendia as seguintes partes:

1. Objetivos
2. Discussão
3. Procedimento
4. Análise dos Dados

A *discussão* procurava descrever o modelo teórico que deveria ser utilizado na interpretação dos resultados da experiência, ou seja, que se pretendia testar.

O *procedimento* estabelecia os pré-requisitos de técnica, fazia uma descrição da aparelhagem disponível e uma orientação, quando necessária, para o ajuste da aparelhagem. Além disso procurava-se mostrar alternativas no método experimental, procurando-se criar uma base para uma discussão entre alunos e monitores no início do período de aula prática.

Por último, a *análise dos dados* dava uma orientação acerca de como tratar os dados experimentais e como apresentar os resultados e as conclusões da experiência.

Convém notar que não se exigia um procedimento padrão, procurando-se estimular a criatividade de cada aluno. Ênfase foi ainda colocada na eliminação de desvios sistemáticos ou sua correta identificação e consideração na conclusão da experiência.

MATERIAL UTILIZADO

A maioria do material utilizado na parte prática do curso fazia parte do acervo do laboratório do curso tradicional. A única exceção foi a experiência do Passo 8 de Física 4 (Efeitos Comptón e Fotoelétrico) onde utilizamos equipamentos pertencentes ao Laboratório de Técnicas Experimentais de Física Nuclear.

Na maioria das experiências os alunos formaram turmas de dois durante a coleta de dados. Apesar dos casos de conflito de horário do nosso curso (Física 3), com turmas de laboratório do curso regular do Instituto, nunca houve problema sério de falta de equipamento. De fato, a nossa sequência de experiência facilitou a disponibilidade de equipamento.

AVALIAÇÕES (RELATÓRIOS)

As avaliações dos passos experimentais foram baseadas na atuação dos alunos no laboratório e em relatórios escritos individuais.

A atuação dos alunos no laboratório foi de um modo geral surpreendente, superando as nossas expectativas mais otimistas. Convém ressaltar porém que a maioria deles já vinham de um primeiro ano de curso personalizado e, portanto, mais bem preparados que a média dos alunos.

De um modo geral os alunos conseguiram realizar a parte prática das experiências no tempo alocado de 4 (quatro) horas (semanais) para sua realização. No entanto houve ocasiões (talvez cinco no semestre) em que alunos retornaram ao laboratório para refazer ou completar coleta de dados. Os relatórios eram entregues após uma ou duas semanas da data da coleta de dados e eram apreciados em classe por um monitor ou professor, com a presença do aluno. Esta avaliação durava em média 30-40 minutos e o resultado era dado de imediato. Uma única ficha (Apêndice 2) era utilizada nas anotações da atuação do aluno no laboratório e da apreciação do relatório.

AVALIAÇÃO DO CURSO

Dois tipos de avaliações do curso foram tentadas: uma através de *questionário* preparado pela Comissão de Ensino de Graduação (CEG) do IFUSP e outra através de *fichas de apreciação de passo experimental* preparadas pelos autores deste.

O questionário da CEG teve três perguntas adicionais por nós acrescidas (Apêndice 3). De um total de 14 alunos que responderam ao questionário, do ponto-de-vista de aproveitamento, as experiências tiveram a seguinte cotação:

- 1º lugar - Ressonância Elétrica (81)
- 2º lugar - Efeitos Compton e Fotoelétrico (61)
- 3º lugar - Movimento de elétrons em campos eletrostáticos (58)
- 4º lugar - Balança Eletrostática (52)
- 5º lugar - Balança Magnética (49)

onde os números entre parênteses representam a soma das notas atribuídas na escala 0-10 (pouco - muito). Ao interpretar tais resultados convém lembrar que o questionário foi distribuído no fim do ano, quando a memória das experiências do 1º semestre (Física 3) era mais diluída na mente dos alunos. Quanto a um curso de técnicas de medidas elétricas obrigatório no 1º ano, a maioria dos alunos foi contra a idéia argumentando que a teoria por trás da técnica seria desconhecida no 1º ano. Porém, vários concordam que um curso destes, obrigatório no 2º ano, ajudaria muito na atuação durante as experiências.

Por outro lado, dois alunos e três monitores preencheram fichas de apreciação dos passos experimentais (modelo Apêndice 4) num total de 11 fichas para as experiências de Física 4. Uma análise passo-por-passo do material de Física 3 foi feita em julho/75 por monitores e professores com a colaboração de alunos. A análise das respostas contidas nas fichas relativas aos passos de Física 4 ainda não foi realizada. Ambas as análises servirão de base a uma futura reformulação do curso completo, que pretendemos realizar.

De um modo geral os guias de laboratório foram considerados satisfatórios, sendo que a maior falha apontada foi não no conteúdo mas no exíguo tempo de leitura e preparadas experiências. O preparo de material do curso em tempo útil nem sempre foi possível.

CONCLUSÕES

A maior contribuição deste trabalho foi a identificação de duas atividades diferenciadas no laboratório do 2º ano. A implementação de atividades paralelas de técnicas, embora deficiente sob certos aspectos (ver adiante), mostrou benefícios ao aprendizado global dos alunos.

O grande insucesso do curso foi talvez o aprendizado de técnicas em termos qualitativos. Apesar dos alunos acreditarem na necessidade de tal aprendizado, devido à não-obrigatoriedade desta atividade, poucos foram aqueles que foram além da terceira técnica, em cada semestre. Tal fato, porém, não lhes prejudicou nas experiências pois estas não tinham como pré-requisito as técnicas restantes.

APÊNDICES

Apêndice 1.

Objetivos Gerais da Parte Experimental.

O objetivo terminal da parte experimental (laboratório) deste curso é: *identificar e analisar fenômenos físicos experimentais através de um contato mais aprofundado com o método científico aplicado à Física.*

Acreditamos que isto deva ser conseguido paulatinamente, isto é, segundo um processo de aprendizagem lógico - dedutivo, sujeito às limitações pedagógicas.

O laboratório deve levar o aluno a:

- a) o aprendizado de técnicas de medidas elétricas;
- b) o desenvolvimentno do cuidado e respeito para com os instrumentos de medida, tendo em vista a prevenção de acidentes ou a simples preservação dos aparelhos;
- c) compreensão das limitações do método científico através da precisãodas medidas e da relativa importância das aproximações ou simplificações adotadas na construção dos modelos teóricos;
- d) análise dos resultados experimentais segundo modelos teóricos.
- e) obter conclusões da experiência.

Apêndice 2.

Ficha de Avaliação - Laboratório.

Nome do aluno: _____

Passo: _____ Experiência _____

A) Durante a experiência:

Monitor: _____ Data _____

B) Avaliação do Relatório (1a.tentativa):

Monitor: _____ Data _____ Resultado _____

C) Avaliação do Relatório (2a.tentativa):

Monitor: _____ Data _____ Resultado _____

Apêndice 3.

Questionário da C.E.G. - Perguntas Adicionais.

1. Você acha que, em geral, os objetivos específicos dos

Passos teóricos do curso de Física 3 e 4 foram atingidos (0-10)?

2. Coloque em ordem decrescente as experiências de laboratório (abaixo) dos cursos de Física 3 e 4 do ponto de vista do seu aproveitamento:

- 1) Tubo de Raios Catódicos ()
- 2) Balança Magnética ()
- 3) Balança Eletrostática ()
- 4) Ressonância Elétrica ()
- 5) Efeitos Compton e fotoelétrico ()
- 6) Difração e Polarização da Luz ()
- 7) Espectroscopia Ótica ()

3. Se um curso de Técnicas de Medidas Elétricas fosse oferecido no 1º ano do curso de Física (com frequência obrigatória), você acha que ele ajudaria muito (10) ou nada (0) na sua atuação nas experiências de Física 3 e 4?

Apêndice 4.

Ficha de Apreciação de Passo Experimental.

CURSO _____ DURAÇÃO _____ nº de passos _____

Apreciação de _____ Condição _____

A. *Conteúdo do Guia:*

1. Os passos teóricos anteriores fornecem condições para o entendimento ou formulação do (s) modelo(s) utilizado(s)
2. Leis e conceitos que foram declarados nos objetivos:
3. Conteúdo que acho deveria ser incluído:
4. Apêndice, anexos, etc., foram suficientes:
5. Bibliografia satisfatória:

B. *Procedimento Experimental*

1. Foram fornecidos elementos suficientes para o aluno chegar a um procedimento satisfatório:
2. Dificuldades apresentadas pelos alunos (pré-requisitos, técnicas):
3. Houve condições para avaliação correta dos erros:
4. Houve preocupação com a melhoria do arranjo experimental visando minimizar os erros por parte do aluno:

5. Muito ou pouco dependente na ajuda do monitor:

C. *Aparelhagem*

1. Adequada ou não à experiência:

2. Complicada? simplificações sugeridas:

D. *Objetivos Atingidos:*

1. Liste os objetivos que acha foram atingidos neste passo:

2. *Observações adicionais:*

**D₄ – LABORATÓRIO ATRAVÉS DE PROBLEMAS, EM CONEXÃO
COM O LIVRO TEXTO, NUM CURSO DE FÍSICA BÁSICA**
AZEVEDO, Juarez Pascoal de – Departamento de Física da UFRN

Creemos ser uma dificuldade dos professores de Física Básica, na Universidade, ministrar um curso em que, efetivamente, haja perfeita integração entre o Livro Texto e as aulas de Laboratório. Nossa observação é que parece haver, mesmo, um completo divórcio entre as aulas teóricas e os programas de práticas de laboratório, que mais se assemelha a uma matéria independente, do que algo que devesse fazer parte da estrutura e da sequência natural do Curso de Física Básica. Há assuntos até que, ao modo de ver de alguns professores, "não se prestam para dar aulas de laboratório", pois não encerram nada de motivador e de sensorial.

Nossa tentativa, na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em ministrar laboratório através de problemas, tem o sentido de estimular a criatividade do estudante, bem como permitir um entrosamento, um desenvolvimento integrado, entre as aulas teóricas, o livro texto e o laboratório.

Nosso trabalho visa proceder a uma análise do que foi idealizado e as experiências colhidas com a aplicação da metodologia por nós e por outros professores no nosso Departamento de Física.

De repente, recebemos um telegrama de um ex-aluno do nosso Departamento, que pretendia transferir-se para outra Universidade - boa Universidade por sinal - redigido nos seguintes termos:

"Remeta urgente programa curso laboratório Física Básica, sem o que impossível obter matrícula".

**DEVE O LABORATÓRIO DE FÍSICA BÁSICA CONSTITUIR-SE NUMA
MATÉRIA A MAIS? PARA QUÊ?**

O episódio acima causou-nos o maior susto, como era de se esperar. Pois outras Universidades, consultando os detalhes do programa que ministramos, não tiveram qualquer receio em receber alunos nossos, sem a exigência de um curso "especializado" de laboratório de Física Básica, como se o laboratório devesse constituir uma cadeira a parte, isolada, estanque, sem conexão perfeita com o desenvolvimento de um curso de Física Geral e Experimental, inserido dentro do seu contexto específico.

Entendemos que o livro-texto, o laboratório e os exercícios e problemas que o aluno tem que resolver, devem formar um todo harmônico dentro de um programa de Física Geral e Experimental bem elaborado. E é exatamente essa integração que estamos buscando no Departamento de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, com a realização de um programa de laboratório através de problemas, em conexão com o livro-texto.

NOSSAS OBSERVAÇÕES

Até onde podemos perceber, aqueles que se acham envolvidos no ensino da Física Geral e Experimental não estão satisfeitos com o que fazer em matéria de laboratório, nem julgam relevante o que outros colegas, em outras Universidades, estão fazendo.

Em nosso Departamento, na UFRN, temos o privilégio de contar com a colaboração de professores vindos das mais diversas Universidades do país. Por outro lado, nossos alunos têm se deslocado para obter graduação e pós-graduação em outros centros, de modo que eles mesmos são nossos informantes. E o material que nos enviam, as informações que nos prestam, dão conta de que essa insatisfação, até prova em contrário, goza do caráter convincente da generalidade.

O PROFESSOR E O LABORATÓRIO

No que diz respeito às aulas de laboratório, distinguimos - esta é uma classificação pessoal - 4 espécies de professores de Física Básica:

a) Professores que dão aulas de laboratório apenas por descargo de consciência.

Permito-me, aqui, lembrar a frase de um velho e ilustre professor que, desculpando-se por não ministrar aulas práticas no seu curso, sempre dizia: "Não gosto de laboratório. Não sei fazer nada com as mãos, pois não tenho inteligência na cabeça dos dedos...".

Nesta classe acham-se incluídos aqueles professores que limitam as suas aulas a simples exposições verbais, verdadeiros discursos ilustrados geralmente com caracteres matemáticos.

Não há dúvida que tal tipo de professor deve merecer uma atenção especial da parte de psicólogos e educadores. Geralmente começam os seus cursos com entusiasmo. Vetores, definições de velocidade, aceleração, etc. Ótimo, nada de laboratório a ministrar! Quanto à parte de cinemática, para ele as experiências são pueris, demasiadamente simples e não motivam. E lá vai adiante o mestre. De repente, lá pelo 4º ou 5º capítulo, o homem se apavora e grita: Ih, que eu não dei laboratório! Então, começa a engendrar experiências mal planejadas, relacionadas com dois ou três assuntos mais fáceis: momento de inércia, colisões elásticas, etc. Pronto! Está satisfeito. Dever cumprido.

b) Há uma segunda classe de professores que está aplicando a metodologia e as experiências do PSSC e similares.

Trata-se, em nosso entender, da extensão de um conceito conhecido ao campo do ensino, isto é, "O que é bom para o ensino do 2º grau é bom para a parte básica da Universidade", o que, evidentemente, não é uma afirmação perfeitamente aceitável. Por conseguinte, há repetição de procedimentos como "Análise de uma experiência", "Camadas moleculares" e outras que seguem integralmente o estilo de redação das experiências sugeridas pelo PSSC.

c) Professores que extraem práticas de laboratório de livros estrangeiros.

Apesar de não condenarmos tal prática, usual entre os professores no Brasil, julgamos que os projetos brasileiros de ensino deveriam buscar experiências que pudessem servir

de modelo às práticas de laboratório para o Ensino Básico na Universidade. Muitas experiências, copiadas de manuais estrangeiros, realmente apresentam o caráter da originalidade e são capazes de deleitar os professores, mas pouco ou nada auxiliam no processo da aprendizagem.

d) Professores inovadores ... mas complicados.

Geralmente, tais professores formulam novas experiências, mas que não se prestam para um curso em que se pretende ensinar os fundamentos e os conceitos da Física. Sugerem a utilização de instrumentos de medidas com as quais os alunos ainda não estão habituados a trabalhar. Imaginam esquemas complexos. Redigem o texto de tal forma que somente eles mesmos são capazes de entender os objetivos da experiência que conceberam, impossibilitando a outros de repetí-las, de também utilizá-las, causando até frustrações em outros professores, que chegam a desconfiar da própria capacidade de entender os seus colegas.

Temos apreciado algumas tentativas, feitas por eminentes educadores em Física, que, em nosso entender, revelam até certa criatividade da parte do professor, mas que não estimulam a criatividade da parte do aluno.

Também temos acompanhado, e aguardamos até com certa dose de ansiedade, a experiência do Departamento de Física de uma Universidade que está tentando ministrar laboratório de Física Nuclear a alunos iniciantes em Física Geral. Admiramos a ousadia da experiência, mas, por enquanto, julgamos que no contexto da nossa realidade, soluções bem simples, objetivas, baratas e criativas devem ser primordialmente buscadas.

COMO ENTENDEMOS LABORATÓRIO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

a) Para nós, as aulas de laboratório são uma entre outras formas de ensinar Física.

Ora, se o objetivo de um curso de Física Geral é levar os alunos a aprenderem conceitos fundamentais da Física, quando ministramos aulas de laboratório temos em mente que,

após a realização da prática experimental, o aluno deverá ter agregado, ao seu cabedal de conhecimentos, algo mais além daquilo que antes sabia. Se a prática de laboratório visou apresentar um mero espetáculo, proporcionando apenas novas emoções aos alunos, ela para pouco ou nada serviu. Como numa aula expositiva, a finalidade da aula de laboratório é ensinar.

b) O laboratório, em Física Básica, deve estar intimamente ligado com o que o aluno estudou no livro-texto e ter conexão com os problemas que lhe foram propostos para resolver.

Queremos dizer com isso que, quando o professor está ensinando o capítulo referente a Movimento Harmônico Simples, o aluno deve ler e reler cuidadosamente o livro-texto, fazer experiências de laboratório relacionadas com o texto e resolver os problemas do capítulo pelo cálculo e, tanto quanto possível, também no laboratório.

Quantas experiências deverão ser realizadas? Várias. Muitas. Tantas experiências simples quantas necessárias à compreensão do fenômeno que se estuda. Assim, o professor deve interromper, tantas vezes quantas necessárias, suas aulas expositivas ou a resolução de problemas, para mostrar, no laboratório, a realidade de fatos que, muitas vezes, a mente do jovem iniciante não é capaz de entender.

SISTEMÁTICA ADOTADA

Objetivos com a sistemática adotada em nosso Departamento:

- a) Integrar o laboratório com o livro-texto;
- b) Levar o aluno a realizar o maior número possível de experiências simples;
- c) Desenvolver o espírito de criatividade, possibilitando aos próprios alunos descobrir os meios, definir o material e a metodologia para resolver os problemas que lhes são propostos no laboratório, mesmo que as soluções que encontrem não coincidam com o que se acha postulado nos clássicos "Manuais de Experiências".

Tendo em vista os objetivos acima, não fornecemos ao aluno guia ou orientação escrita para a experiência, nem damos o roteiro ou sequência de operações. Nada dos procedimentos recomendados, nada de "receita de cozinha".

Dado o enunciado do problema, que às vezes tem sido sugerido pelo texto ou pela relação de problemas no final do capítulo, qual o procedimento do aluno? Que experiência deverá fazer? Qual o melhor caminho para alcançar a solução? O que poderá ser executado com o material disponível no laboratório, ou improvisado?

Estas são perguntas que o próprio aluno tem que responder. Com antecedência, ele recebe o enunciado do problema, estuda a teoria correspondente e imagina o método capaz de resolvê-lo experimentalmente.

Ao entrar no laboratório, o aluno deve apresentar uma descrição, por escrito, do método que pretende usar, juntamente com um pedido do material necessário. Caso contrário, não pode participar da aula. Ao final, entregará uma folha contendo o resultado do problema e anotações que julgar convenientes.

Na aula seguinte, o professor faz um comentário sobre as soluções encontradas e os métodos usados, e orienta o monitor para repetir a experiência usando, se necessário, aparelhagem sofisticada, com a intenção de obter resultados bem precisos.

CONCLUSÕES

- a) Dentro do contexto em que nos situamos, face às limitações naturais de recursos materiais, a experiência revelou-se válida.
- b) Há alunos que montam experiências da forma mais complicada possível. Chegam a resultados pouco precisos, mas, em contrapartida, aprendem a criar e a analisar a causa dos erros cometidos.
- c) O procedimento por nós utilizado exige o constante acompanhamento do aluno por parte do professor, que deve estar capacitado para analisar os métodos variados usados pelos alunos, sugerir diretrizes e, afinal, realizar uma experiência dentro da precisão que o problema proposto exigir.

D₅ – LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE O LABORATÓRIO DE ENSINO DO CICLO BÁSICO DE FÍSICA

TERRAZAN, Eduardo Adolfo; ZANETIC, João; BARROS, Suzana Souza; SOARES, Vera Lucia Lemos e KULESZA, Wojciech – Instituto de Física da USP

Apresentação e análise dos resultados do questionário da S.B.F., elaborado por uma comissão de Professores do ciclo básico.

LEVANTAMENTO NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE LABORATÓRIOS DE ENSINO DOS CURSOS BÁSICOS DE FÍSICA DAS ESCOLAS DE NÍVEL SUPERIOR*

A idéia de se realizar um levantamento nacional das condições de ensino nos laboratórios didáticos das várias instituições de nível superior do país não é nova. Muitas vezes chamou-se a atenção sobre este assunto mas, foi na última Reunião Anual da SBPC que algo de concreto foi apresentado. Assim é que Suzana S.Barros apresentou naquela reunião alguns dados parciais sobre o ensino de laboratório baseados em questionários respondidos por algumas instituições universitárias.¹ Na mesma reunião, Fuad D.Saad e Ivan C. Nascimento apresentaram uma análise sobre equipamentos e experiências de laboratório, ilustrando-a com algumas inovações tentadas no Instituto de Física da USP. Deve-se notar que tanto num trabalho quanto noutro chamou-se a atenção para a necessidade de se conhecer melhor a realidade do ensino de laboratório no País.

A partir desses dois estudos concretizou-se um levantamento quase nacional do ensino de laboratório com base em questionários respondidos pelas instituições pesquisadas e nos textos de laboratório utilizados por essas instituições. O presente relatório trata da apresentação e análise dos questionários enquanto que outro relatório trata especificamente da análise das diferentes experiências baseadas nos

* Este trabalho, em fase de conclusão, foi realizado por uma equipe de professores do IFUSP para a S.B.F., em convênio com o CNPq.

textos.

LEVANTAMENTO DE DADOS

O questionário utilizado neste levantamento foi preparado tendo por objetivo a coleta das seguintes informações:

- algumas sobre os cursos básicos de física: número de semestres, textos adotados, número de alunos e carga horária;
- facilidades materiais do ensino de laboratório: espaço físico, oficinas, técnicas, verbas etc;
- organização do ensino experimental: duração das aulas, guias, orientação, etc.

Para análise dos questionários utilizamos somente as universidades que ministravam cursos básicos de Física. Por cursos básicos entendemos cursos para os alunos de 1º e 2º anos com conteúdo e organização igual para diferentes carreiras. Desprezamos desta maneira os questionários que tanto pelo conteúdo quanto pela organização não se enquadravam nesta classificação.

Como o questionário apresentava algumas questões que talvez fossem pertinentes apenas para as instituições às quais pertenciam os autores do mesmo, da maneira em que foram escritas, resolveu-se que a melhor maneira de se conseguir o preenchimento correto dos questionários seria por contato com os responsáveis pelos cursos de laboratório. Mesmo com esse procedimento verificou-se que tal questionário supõe uma uniformidade que não é seguida por boa parte das instituições. Apesar disso consegue-se uma visão geral do que, em média, está ocorrendo em aulas de laboratório na universidade brasileira.

Outra observação que deve ser feita aqui refere-se ao fato de que algumas comparações com os textos tornam-se necessárias para uma melhor compreensão do significado de algumas respostas; esse estudo ainda esta por ser feito.

Uma amostra do questionário encontra-se em anexo a este relatório (Anexo 1).

APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Para a apresentação dos dados nós dividimos os estados a que pertencem as instituições pesquisadas em três grupos que denominamos Norte, Leste e Sul. O critério dessa divisão foi a proximidade entre os estados, com exceção do estado do Pará que colocamos junto com o grupo que denominamos Norte. Os estados que compõem os grupos são:

Norte: Alagoas (1), Bahia (1) Ceará (2), Pará (1) Paraíba (1) Pernambuco (3), Rio Grande do Norte (1) e Sergipe (1).

Leste: Rio de Janeiro (5) São Paulo (13) e Minas Gerais (1).

Sul : Rio Grande do Sul (5) e Santa Catarina (3).

Observação: Os números entre parêntesis representam o número de escolas pesquisadas em cada estado. O nome de cada uma das escolas pesquisadas encontra-se no Anexo 2.

Vamos passar agora à apresentação dos dados seguindo aproximadamente a ordem do questionário.

1. Escolas segundo sua origem.

Região	Federais	Estaduais	Parts.	Total	
Norte	8	1	2	11	
Leste	5	4	10	19	Tab.1
Sul	3	1	4	8	
Total	16	6	16	38	

2. Número de semestres de ciclo básico exigidos:

Região	Eng.	Fís.	Quím.	Mat.	Geoc.	
Norte	3,9	3,9	3,3	2,7	2,3	
Leste	3,8	3,9	3,8	3,6	3,7	Tab.2
Sul	4,0	4,0	3,2	2,9	4,0 ⁽¹⁾	

(1) apenas uma escola (um curso)

Observações: (seleccionamos apenas os cursos que são mais frequentes).

Nota-se uma constância generalizada de aproximadamente 4 semestres de Física Básica nos cursos de Engenharia e Física; tal uniformidade já não aparece nos demais cursos, notando-se uma quase generalização de 4 semestres apenas na região Leste; nas duas outras regiões há uma oscilação de 2 a 4 semestres.

Em algumas escolas, principalmente no Norte, existem alguns cursos introdutórios denominados Física. 0 que são designados como cursos introdutórios para complementar conhecimentos dos estudantes que estão ingressando na Universidade. Nestes cursos (que variam de 1 a 2 semestres de duração) é utilizado quase que exclusivamente o livro de J. Orear (será este realmente um livro introdutório ao estudo de Física?). Esses cursos não foram considerados como cursos de Física Básica neste levantamento de dados.

LIVROS TEXTOS ADOTADOS

Região	H-R	Sears	Alonso	Martins	Berk	Outros	Tab.3 Total
Física 1 e 2							
Norte	13	6	2	0	2	2	25
Leste	27	4	10	0	0	12	53
Sul	14	1	0	0	0	0	15
Física 3 e 4							
No te	13	2	1	1	2	0	19
Leste	21	4	3	4	2	8	42
Sul	14	2	1	0	0	0	17

Observação: Cada Unidade na tabela acima representa um semestre do curso.

Esta tabela mostra claramente uma predominância do livro do Halliday-Resnick em quase todo o ciclo básico (de Física 1 a Física 4). A coluna denominada "outros" na tabela acima deve-se principalmente às escolas de engenharia da região Leste que fazem grande uso de apostilas especiais.

Mais uma observação: O "total" mostra um número maior que o número de escolas, como por exemplo no Norte 11 escolas corresponderiam a 22 semestres; o número 25 neste caso deve-se ao fato de algumas escolas indicarem mais de um livro texto num mesmo semestre.

COORDENAÇÃO ENTRE O ENSINO TEÓRICO E O EXPERIMENTAL

A grandemaioria das escolas afirma que há coordenação entre o ensino de teoria e de laboratório. As respostas podem ser assim tabuladas:

Região	não existe	pelo programa	mesmo prof.	entre coord.	
Norte	3	3	3	1	
Leste	4	10	3	2	Tab.4
Sul	-	5	2	-	

Observação: O que se pode concluir desses resultados é que a grande maioria dos cursos apresentam alguma forma de coordenação; das 36 escolas que responderam a esta questão apenas 7 indicam que o laboratório é totalmente separado da teoria. Se tomarmos as colunas "pelo programa" e "mesmo professor" como significando quase a mesma coisa podemos afirmar que das 36 escolas 26 apresentam o tipo de coordenação que nada mais quer dizer do que o indicado pela frase: "Se procura fazer que o aluno estude a teoria antes de realizar a experiência correspondente".

CARGA HORÁRIA SEMANAL – TEORIA

Região	média h/semana	variação	
Física 1 e 2			
Norte	4,8	3 a 6	
Leste	4,6	4 a 6	
Sul	4,5	4 a 6	
Física 3 e 4			
Norte	4,3	3 a 6	Tab.5
Leste	4,6	4 a 6	
Sul	3,8	3 a 5	

Observação: O que se pode afirmar é que na região Leste tanto Física 1/2 quanto Física 3/4 apresentam o mesmo número de horas/semana; já nas regiões Norte e Sul há uma sensível diminuição de carga horária em Física 3/4 em relação a Física 1/2.

CARGA HORÁRIA SEMANAL – LABORATÓRIO

Região	média h/semana	variação
Física 1 e 2		

Região	média h/semana	variação
Física 1 e 2		
Norte	1,5	0 a 4
Leste	2,3	1 a 4
Sul	1,8	0 a 4
Física 3 e 4		
Norte	1,2	0 a 4
Leste	2,3	1 a 4
Sul	1,6	0 a 4

Tab.6

Observação: Primeiramente deve-se notar que é provável que algumas das escolas que responderam que oferecem mais que duas horas de laboratório por semana (7 escolas estão nesta categoria), podem na realidade estar se referindo a horas por quinzena; daí acreditamos que os números apresentados na tabela acima estarem um pouco super-dimensionados. De qualquer forma, mesmo aceitando os números constantes da tabela, deve-se ressaltar que o número de horas dedicada a aulas de laboratório é por demais reduzido. Apenas para se ter uma idéia da situação pode-se comparar estes números com o mínimo de 4 horas por semana de laboratório das universidades americanas ou as 6 horas por semana das universidades inglesas. Se ainda atentarmos para o fato de que naqueles países os alunos das escolas secundárias já são aquirhoados com um razoável ensino experimental, enquanto que os nossos vão ter seu primeiro contato com o laboratório nas universidades, nada mais precisamos acrescentar para mostrar que a situação a esse respeito é verdadeiramente deprimente. Outra observação importante de ser feita diz respeito às regiões Norte e Sul; a variação de aulas de laboratório vai de 0 (zero) a 4 nessas regiões, indicando que em algumas escolas inexistem as aulas de laboratório.

NÚMERO MÉDIO DE ESTUDANTES POR TURMA – TEORIA

Região	20 a 50	50 a 80	80 a 120	
Norte	37% (15)	41% (17)	22% (9)	Tab.7
Leste	49% (32)	26% (17)	25% (16)	
Sul	69% (11)	6% (1)	25% (4)	

Observações: Os números entre parêntesis oferecem o número absoluto de cursos semestrais (de Física 1 a Física 4) que se enquadram no intervalo considerado. Nesta tabela não fizemos a diferenciação entre Física 1/2 e Física 3/4 pois, numa mesma escola, a variação entre os 4 semestres no que se refere a número de alunos por classe não é significativa.

Uma outra observação diz respeito especificamente aos dados referentes à região Leste. Das 16 instituições de ensino superior classificadas no intervalo entre 80 a 120 alunos, 12 são escolas particulares.

Com exceção do Sul do país nota-se que muitas escolas apresentam classes de teoria excessivamente grandes.

NÚMERO MÉDIO DE ESTUDANTES POR TURMA – LABORATÓRIO

Região	10 a 25	25 a 35	35 a 50	
Norte	80% (24)	6,7% (2)	13,3% (4)	Tab.8
Leste	70% (49)	20% (14)	10% (7)	
Sul	38% (6)	31% (5)	31% (5)	

Observação: Estes números analisados isoladamente pouca informação oferecem a não ser de chamar a atenção para o fato de existirem escolas que possuem aulas de laboratório com um número excessivamente grande de alunos. Esses números terão maior significado quando analisados em conjunto com outras informações que virão a seguir, e levando-se em conta a pequena carga horária de laboratório.

QUALIFICAÇÃO DOS PROFESSORES

Tab.9

Região	grad.	mestre	doutor	monitor	outros	totais
Norte	34%(33)	9%(9)	1%(1)	41%(40)	15%(14)	100%(97)
Leste	50%(140)	8%(22)	12%(32)	12%(34)	18%(50)	100%(278)
Sul	42%(27)	11%(7)	-----	34%(22)	13%(9)	100%(65)
Totais	45%(200)	9%(38)	8%(33)	22%(96)	16%(73)	100%(440)

Observações: (*) Dos 22 mestres 9 pertencem à UNICAMP.

(**) Dos 32 doutores 15 pertencem à UNICAMP.

Deve-se notar a importância dos monitores na tabela 9 especialmente, nas regiões Norte e Sul.

A coluna designada por "outros" representa engenheiros, químicos e alguns sem especificação clara. Nota-se a baixa frequência de professores mais graduados no ensino de física básica.

REGIME DE TRABALHO DOS PROFESSORES

Região	12h	24h	40h	Ded.exc.	aulas	Totais
Norte	39%(38)	15%(15)	11%(11)	35%(33)	-----	100%(97)
Leste	35%(97)	6%(16)	9%(24)	20%(50)	30%(86)	100%(278)
Sul	37%(24)	25%(16)	16%(11)	11%(7)	11%(7)	100%(65)
Totais	36%(159)	11%(47)	10%(46)	22%(95)	21%(93)	100%(440)

Observações: A coluna denominada "conforme aulas" representa os professores que são contratados por número de aulas a serem dadas; estes pertencem quase exclusivamente às escolas particulares.

DISPONIBILIDADE DE OFICINAS

Região	MECÂNICA				ELETRÔNICA			
	sim	não	pert. pesq.	pert. ens.	sim	não	pert. pesq.	pert. ens.
Norte	5	6	3	2	3	8	3	0
Leste	15	4	9	6	15	4	9	6
Sul	6	1	3	3	6	1	3	3

Observações: No Norte 5 escolas não tem oficinas; no Leste 4 escolas não tem oficinas; no Sul 1 escola não tem oficina.

As oficinas que "pertencem à pesquisa" são aquelas que eventualmente prestam serviços para os laboratórios de ensino.

Nota-se que no que diz respeito a disponibilidades de oficinas a região Norte está em situação bem ruim.

TÉCNICOS À DISPOSIÇÃO DO ENSINO

nº de técnicos	Tab.12													
	mecânicos					eletrônicos				manutenção				
Região	0	1	2	3	10	0	1	2	3	0	1	2	3	4
Norte	7	3				7	2	1		3	5	3		
Leste	7	6		5	1	9	6	2	2	1	3	13		2
Sul	4	2		1		3	2	2		1	4	11		1

Observações: No que diz respeito a técnicos mecânicos e eletrônicos, 7 escolas do Norte não os têm, 6 escolas do Leste não os têm e 3 escolas do Sul não os têm.

Portanto, também quanto a pessoal qualificado, indispensável para o bom funcionamento de um laboratório escolar, estamos longe de uma situação razoável, pois, sendo instrumentos educacionais normalmente submetidos a uso intensivo, a mera manutenção não é suficiente para manter o equipamento em dia.

QUANTO À FACILIDADE DE IMPRESSÃO DE MATERIAL DIDÁTICO

A grande maioria das escolas afirma possuir facilidades afirmando possuir gráfica própria, outras de possuírem mimeógrafo, etc. Aparentemente, pelo menos em relação a facilidades de impressão a situação parece boa.

DISPONIBILIDADE DE VERBAS

Região	orçamento fixo	convênio	vendas de apostilas	conforme necessidade	
Norte	10	0	2	1	
Leste	10	1	0	6	Tab.13
Sul	4	1	0	2	

Observações: No Norte a maior parte das verbas é destinada a material de consumo; no Leste e no Sul a maior parte das verbas destina-se a compra de material permanente. A tabela acima analisada isoladamente não é esclarecedora. Com as informações que virão a seguir poderemos ter uma visão melhor do problema de verbas.

DIFICULDADES DE OBTENÇÃO DE VERBAS

Região	Sim	Não
Norte	11	0
Leste	12	6
Sul	6	1

Tab.14

Observações: Fato notável aqui é que das 35 escolas que responderam a esta questão, 27 apontaram que tem dificuldades na obtenção de verbas. Como ilustração do tipo de dificuldades encontradas por diferentes escolas apresentaremos abaixo algumas observações que foram acrescentadas às respostas lacônicas sim/não tabuladas acima:

- "as dificuldades em se conseguir verbas são óbvias";
- "há muita demora para a aprovação das verbas";
- "temos dificuldades demais";
- "não existem verbas nem para material de consumo nem para material permanente";
- "nos últimos 7 anos gastamos apenas Cr\$ 30.000,00 para equipamento de ensino";
- "não há verba fixa na universidade; para manutenção utilizamos verbas provenientes de vendas de apostila; o material permanente foi adquirido há muito tempo";
- "nos últimos 5 anos compramos 10 medidores";
- "dificuldade não é crítica";

As escolas que responderam não ter dificuldades para laboratório são as seguintes: Sul: Unisinos (R.G.do Sul-particular) - Leste: Farias Brito (S.P. - Guarulhos - particular) - ITA (S.P. - Federal) - PUC (Rio - Particular) - Gama Filho (Rio - Particular) - USP (S.P. - Capital-Estadual) - UNICAMP (S.P. - Campinas - Estadual).

DISCUSSÕES ENTRE PROFESSORES SOBRE O ENSINO DE LABORATÓRIO

Esta pergunta não veio reforçar em nada as informações contidas no ítem 4 (sobre coordenação, exceto no que diz respeito a informar que as discussões entre professores para discutir o ensino de laboratório, na grande maioria das escolas restringe-se à discussão de início de curso em que são definidos os professores, suas turmas de alunos e o programa.

GUIAS PARA OS PROFESSORES DE LABORATÓRIO

São raras as escolas que afirmam possuir guia de laboratório para os professores; na maioria das escolas o guia do professor é o mesmo recebido pelo aluno; algumas escolas apontam possuírem guias de equipamento para os professores.

AS EXPERIÊNCIAS ESTÃO INTEGRADAS COM O APRENDIZADO TEÓRICO

Região	Sim	Não	
Norte	7	3	
Leste	15	3	Tab.15
Sul	5	1	

Observação: Cremos valer aqui a mesma observação feita em relação ao item 4.

METODOLOGIA DE ENSINO

Região	Material fornecido aos alunos					Relatórios				Pré-teste			Não
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	A	B	C	
Física 1 e 2													
Norte	8	2	-	-	2	-	8	-	-	2	2	2	12
Leste	20	7	3	-	7	10	16	-	4	2	2	2	31
Sul	2	4	-	-	2	2	8	-	-	6	-	-	4
Física 3 e 4													
Norte	8	2	-	-	2	2	6	-	-	2	4	2	4
Leste	19	4	-	1	6	9	19	-	1	2	1	2	28
Sul	6	-	-	-	-	4	-	-	-	2	-	-	6

Observações: As letras A, B, C, D e E que aparecem na tabela acima estão explicadas na página 6 do questionário (ver anexo 1). Os dados referentes a material fornecido aos alunos ainda precisam ser comparados com os respectivos textos, pois embora houvesse uma explicação no questionário sobre a classificação utilizada em cada item da tabela, a classificação foi feita pelo professor que respondeu ao questionário, interpretando-os diferentemente.

NÚMERO DE ALUNOS POR BANCADA

Região	2	3 a 4	5 a 6
Norte	2	22	2
Leste	10	36	15
Sul	-	10	-

Tab. 17

Observações: O termo número de alunos por bancada foi entendido como número de alunos que utilizam simultaneamente o mesmo equipamento. Como nas tabelas anteriores, os números da tabela acima referem-se ao número absoluto de cursos semestrais (de Física 1 a Física 4) que se enquadram no intervalo considerado. Nota-se nitidamente que as chamadas "turmas" de laboratório são, em média constituídas por 3 a 4 alunos. Como julgar se esse é um número razoável ou não? Pela nossa experiência de ensino em laboratório diríamos que 2 seria um número ideal para boa parte das experiências, enquanto em outras em número de três alunos seria melhor. Em experiências cuja tomada de dados é simples, como em geral é a característica das experiências normalmente programadas para a Física Básica, dois alunos são suficientes para desempenhar o trabalho a contento. Alunos adicionais, via de regra, "ficam assistindo" os outros dois trabalharem, isto é, acabam tendo uma má aula de demonstração. É sem dúvida um ponto crítico do ensino de laboratório.

EXAMES PRÁTICOS EM LABORATÓRIO

Região	Sim	Não
Norte	2	9
Leste	3	16
Sul	1	5

Tab. 18

Observações: Os números acima indicam número de escolas. Nota-se que poucas escolas utilizam exames práticos para avaliação do trabalho dos alunos.

EXAMES TEÓRICOS EM LABORATÓRIO

Região	Sim	Não
Norte	4	7
Leste	9	10
Sul	4	3

Tab. 19

Observações: Quase metade das instituições pesquisadas adotam exames teóricos como parte da avaliação dos alunos. Devemos observar, também, que quanto à avaliação a quase totalidade das escolas utilizam os relatórios como a parte mais importante na avaliação dos trabalhos dos alunos.

HÁ QUANTO TEMPO EXISTE LABORATÓRIO?

Região	1 a 5 anos	5 a 10 anos	10 a 15 anos	>15
Norte	6	3	1	
Leste	6	3	1	5
Sul	3	3		

Observações: Nota-se que a grande maioria das escolas têm laboratório há poucos anos, o que já seria de se esperar tendo em conta que grande parte das universidades data de poucos anos.

MODIFICAÇÕES NO ENSINO DE LABORATÓRIO NOS ÚLTIMOS TRÊS ANOS

A grande maioria das escolas afirma estar sofrendo alteração o ensino de laboratório. As respostas, no entanto, são muito vagas: algumas afirmam estar sofrendo mudanças metodológicas, outras que foram introduzidos novos equipamentos, outras ainda afirmam que alteraram a mudança de currículo. Uma escola afirmou mudar o ensino de laboratório em função da quebra de equipamento e outra devido a mudança de professores.

QUAIS SÃO OS PROBLEMAS ENCONTRADOS NO ENSINO DE LABORATÓRIO?

Região	material	carga hor.	oficinas	falta de profes.	organ.
Norte	8	-	2	5	4
Le te	7	6	1	5	3
Sul	4	2	1	3	1

Observações: Os totais superam o número de escolas pesquisadas em cada uma das regiões pois algumas escolas apontaram mais do que uma dificuldade. É interessante notar que, embora um número maior de escolas não possuam oficinas, apenas 4 escolas apontaram a falta de oficinas como um dos pro-

blemas enfrentados.

OPINIÃO QUANTO À CONTRIBUIÇÃO EFETIVA DO ENSINO DE LABORATÓRIO

Algmas opiniões:

- "indispensável";
- "vital importância";
- "importante, mas não dispomos de verbas para melhorar";
- "importante para a compreensão das leis básicas da física";
- "deve haver, portanto, estamos pedindo dinheiro" (de uma escola que não possui laboratório);
- "essencial";
- "importante, mas o departamento não se interessa";
- "teoricamente, consideramos importante";

CONCLUSÃO:

De uma forma sistemática, a resposta à pergunta de como é o curso de laboratório no ciclo básico de física de uma Universidade brasileira (típica?) só pode ser dada num tom meio amargo; isso proque os alunos passam pouco tempo no laboratório; boa parte desse tempo é dispendido ilustrando experimentalmente o conteúdo do livro texto (Halliday, principalmente); os professores geralmente apenas graduados, lutam com problemas de verbas, horários, falta de oficinas e técnicos, dificuldades na manutenção de equipamento, excesso de alunos; a avaliação do trabalho dos estudantes, geralmente baseada na leitura de relatórios individuais de experiências efetuadas em grupo, às vezes "corrigida" pela aplicação de provas teóricas sobre o trabalho experimental.

Deve ser ressaltado que toda conclusão baseada nos resultados apresentados neste relatório deve ter em conta as limitações deste levantamento, que incluem: questionários baseados no conhecimento individual da estrutura de curso básico das instituições a que pertencem os autores deste relatório, falta de tradição na organização dos cursos de-

vido à quantidade de "reformas universitárias" e "resoluções", retrato puramente verbal das condições dos cursos na maioria das escolas e a ausência de participação do corpo discente no levantamento de dados. Notamos que tais limitações não invalidam os resultados apresentados mas que para uma melhor compreensão da realidade de ensino no laboratório esses dados ainda não são suficientes.

Mais do que a procura de um modelo bem sucedido de um curso de laboratório, qualquer plano de ação para sanar as dificuldades apontadas neste levantamento deverá recair na consecução prática da idéia, de consenso generalizado, do laboratório como parte integrante do processo de aprendizagem em física. Para tornar viável qualquer plano de ação nesse sentido torna-se imprescindível a preparação de técnicos especializados e de manutenção, cuja tarefa não se restringiria à mera montagem das experiências ou pequenos consertos, mas que envolveria inclusive a possibilidade de reproduzir e produzir equipamento, respondendo assim às necessidades e peculiaridades da instituição em que trabalham.

ANEXO I

**LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE LABORATÓRIOS DE ENSINO DO
CICLO BÁSICO DE FÍSICA**

Universidade _____ Estadual
Federal
Particular

Estado _____

1. Informações Gerais

1.A - Quantos semestres do ciclo básico são exigidos:

1.B - O mesmo curso é dirigido para estudantes de:

Cursos Física 1 Física 2 Física 3 Física 4

a) engenharias

b) física

c) química

d) matemática

e) geociências

f) astronomia

g) biologia

h) arquitetura

i) medicina

j) farmácia

k) outros

(especifique)

1.C - Qual (quais) os livros textos adotados:

Física 1 _____

Física 2 _____

Física 3 _____

Física 4 _____

1.D - Existe coordenação entre o ensino teórico e experimental.

Como é feita esta coordenação _____

1.E - Carga horária semanal

	Física 1	Física 2	Física 3	Física 4
teórica	_____	_____	_____	_____
experimental	_____	_____	_____	_____

1.F - Número médio de estudantes por turma em sala de aula:

teórica _____
_____ experimental _____

1.G - Número total de alunos por semestre:

semestre 1 _____
_____ semestre 2 _____

2. *Informações sobre o ensino de laboratório*

2.A - Número de alunos/professor que são atendidos em um mesmo horário.

Física 1 _____ Física 3 _____
Física 2 _____ Física 4 _____

2.B - Professores de laboratório:

número total Física 1 _____ Física 3 _____
Física 2 _____ Física 4 _____

número de professores:

não graduados _____ mestres _____
licenciados ou bachareis _____ doutores _____
alunos de pós-graduação _____ outros _____

número de professores em regime de trabalho:

12 horas _____ 40 horas _____

24 horas _____ 40 (D.E.) horas _____

3. Facilidades materiais do Ensino de Laboratório

3.A - Espaço físico:

a) número de salas de laboratório _____

b) dimensões (\pm em m^2) _____

c) número de bancadas/sala _____

d) facilidades (água, gás, eletricidade 110/220, DC, AC, etc) _____

3.B - Técnica e administrativa

a) existe oficina mecânica _____
eletrônica _____

b) pertencem a pós-graduação e pesquisa _____
ou pertencem somente ao ensino? _____

c) número de técnicos à disposição do ensino:
mecânico _____
eletrônico _____
manutenção (laboratorista) _____

d) existe facilidade de impressão de material didático. _____

3.C - Verbas

a) origem das verbas (orçamento fixo da universidade, verbas de convênio, etc) _____

b) Porcentagem das verbas destinadas a:
material de consumo _____
material permanente _____

c) Tem dificuldades de obtenção de verbas _____

4. Organização do Ensino Experimental

4.A - As aulas de laboratório tem duração de quantas horas?

4.B - Há discussões, coletivas e regulares entre professores sobre tarefas e método de ensino de laboratório?

Comentários _____

4.C - Existem guias para os professores de laboratório _____

4.D - As experiências estão integradas com o aprendizado teórico? _____

4.E - Experiências:

Tabela 1

TÍTULO	OBJETIVO	EQUIPAMENTO BÁSICO*
Física 1		
Física 2		

*Especificar claramente

- a) o que foi comprado
- b) construído na Universidade.

TÍTULO	OBJETIVOS	EQUIPAMENTO BÁSICO*
--------	-----------	---------------------

Física 3

Física 4

*Especificar claramente o que foi comprado ou construído na Universidade.

4.F - Método de Ensino e Avaliação do Laboratório

Física	Material fornecido ao estudante	1*	Relatórios	2*	Preteste	3*	nº de alunos/ bancada	Observações
--------	------------------------------------	----	------------	----	----------	----	--------------------------	-------------

1

2

3

4

1* - Material fornecido ao aluno (anexar guias tópicos): A. *guia de estudo* contendo introdução teórica, objetivos, procedimentos, com descrição do equipamento e detalhes do que fazer, e questões para responder. B. *guia de estudo* contendo objetivos e descrição do procedimento, não tendo todas as informações pormenorizadas. C. *guia* contendo somente os objetivos e manual de equipamento. D. Aluno decide tudo. E. Outros _____

2* - Relatórios A. aluno escreve relatório *completo*, com introdução teórica, objetivos, hipóteses de trabalho, modelos teóricos, procedimento experimental, tabelas de dados, análise dos dados, conclusões e discussão. C. preenche folha fornecida com: _____

D. Outros: _____

3* - Testes prévios: antes de iniciar a experiência A. para verificar leitura do guia. B. para verificar leitura do guia e compreensão da leitura. C. Outros: _____

4.G -a) São sugeridos problemas experimentais? (tempo de execução livre, estudante decide que tipo de medidas e equipamentos são necessários)?

Nenhuma indicação sobre o que fazer e como fazer é dada ao estudante?

b) Como são orientados os alunos?

4.H - Além do relatório e/ou testes os alunos fazem exames práticos ao final do semestre: _____

4.I Se não fazem nem relatórios, nem exames práticos, como são avaliados: _____

5. Outras Informações

5.A - O curso vem sofrendo modificações nos últimos 3 anos?

Quais? _____

Porque? _____

5.B - Há quantos anos a universidade começou o curso de laboratório? _____

5.C - Quais são os problemas encontrados no ensino de laboratório? _____

5.D - Qual é a opinião do seu departamento quanto a con-

tribuição efetiva do ensino experimental para o a-
prendizado de Física Básica.

ANEXO 2

RELAÇÃO DAS UNIVERSIDADES PESQUISADAS

REGIÃO NORTE

1. Universidade Federal de Alagoas
2. Universidade Federal da Bahia
3. Universidade Federal do Ceará
4. Universidade de Fortaleza (Ceará)
5. Universidade Federal do Pará
6. Universidade Federal da Paraíba
7. Universidade Católica de Pernambuco
8. Universidade Federal de Pernambuco
9. Universidade Federal do Rio Grande do Norte
10. Universidade Federal de Sergipe
11. Escola Politécnica da Fundação de Ensino Superior de Pernambuco.

REGIÃO LESTE

1. Escola de Engenharia da Fundação Alvares Penteado (São Paulo - S.P.)
2. Escola de Engenharia Mauã (São Caetano - S.P.)
3. Faculdade de Engenharia Industrial (São Bernardo -S.P)
4. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Araraquara (S.P.)
5. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Farias Brito (Guarulhos - S.P)
6. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Fundação Santo André (S.P.)
7. Instituto Tecnológico da Aeronáutica (s.José dos Campos S.P.)
8. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (R.J.)
9. Universidade Católica de Petrópolis (R.J.)
10. Universidade Federal Fluminense (R.J.)
11. Universidade Federal de Minas Gerais (M.G.)
12. Universidade Federal do Rio de Janeiro (R.J.)
13. Universidade Federal de São Carlos (S.P.)
14. Universidade Gama Filho (R.J.)

15. UNICAMP (Campinas - SP)
16. Universidade Mackenzie (São Paulo-SP)
17. Universidade de Mogi das Cruzes (S.P.)
18. Universidade de São Paulo (São Paulo- SP)
19. Universidade de São Carlos (São Carlos-SP)

REGIÃO SUL

1. Faculdade de Engenharia de Joinville (Santa Catarina)
2. Fundação Universidade Regional de Blumenau (Santa Catarina)
3. Pontifícia Universidade Católica (Porto Alegre - R.G.)
4. Universidade Católica de Pelotas (R.S.)
5. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (R.S.)
6. Universidade Federal de Santa Catarina (Santa Catarina)
7. Universidade Federal de Santa Maria (R.S.)
8. Universidade Rio dos Sinos (São Leopoldo - R.S.)

G₁ – ESPECTRÔMETRO ÓPTICO DE APLICAÇÃO DIDÁTICA

MAMMANA, Alaíde Pellegrini; MAMMANA, Carlos Ignacio Zamitti & TATSCH, Peter Jürgen – Faculdade de Engenharia de Campinas – UNICAMP

Desenvolveu-se um espectrômetro óptico de projeto e construção bastante simples, o qual opera tanto com prismas como com rede de difração. O instrumento foi construído na oficina da Faculdade de Engenharia de Campinas, da UNICAMP e seu projeto teve como objetivo a simplicidade de construção, exigindo apenas o emprego de torno mecânico em sua fabricação. À exceção da rede de difração, o instrumento foi todo ele construído com material nacional e emprega lentes que compõem o brinquedo denominado "Poliopticon", marca DFV.

Consiste de uma base pesada que lhe oferece excelente estabilidade, à qual se prendem um colimador e uma luneta giratórios em torno de um eixo. Ambos, luneta e colimador, podem ser focalizados facilmente por sistema de rosca. Empregam uma ocular e duas objetivas acromáticas de distância focal 155,2mm.

Pode ser operado com fendas fixadas bem como com fenda ajustável.

A base do instrumento foi projetada de forma a permitir o uso de escala linear graduada em milímetros, portanto de fácil confecção e principalmente de fácil leitura. Cada milímetro da escala corresponde a um grau, enquanto que um vernier permite a leitura de 1/10 de grau.

Apresenta múltiplas aplicações, tanto em laboratórios didáticos de Física Básica como de Física Moderna. Tais como: medida de índices de refração, observação e medida de raias espectrais com emprego de rede ou de prisma, determinação da constante de Rydeberg etc.

A emissão espectral atômica é fenômeno importantíssimo a ser investigado experimentalmente nos cursos de graduação de Física e de Engenharia Elétrica e Eletrônica. Não dispondo no mercado local de equipamento adequado a este tipo de observação, desenvolvemos um espectrômetro didático de baixo custo e de simples confecção, a ser utilizado nos laboratórios de ensino da Faculdade de Engenharia da Unicamp.

O espectrômetro, construído nas oficinas da Faculdade de Engenharia, permite a observação e a medida das linhas espectrais tanto por refração seletiva em prismas como por difração em rede. Além da análise do espectro luminoso, este instrumento pode ser empregado na determinação do ângulo de abertura, dos ângulos de desvio mínimo do prisma, e ainda do índice de refração do material do prisma em função do comprimento de onda da luz.

DESCRIÇÃO DO INSTRUMENTO

Seu princípio de funcionamento baseia-se na coleção e colimação da radiação luminosa emitida pela fonte em estudo, na difração ou dispersão destes raios através de uma rede ou de um prisma, na focalização destes raios por uma luneta, para finalmente serem detetados pelo olho do observador. Na figura 1 ilustramos esquematicamente seu funcionamento.

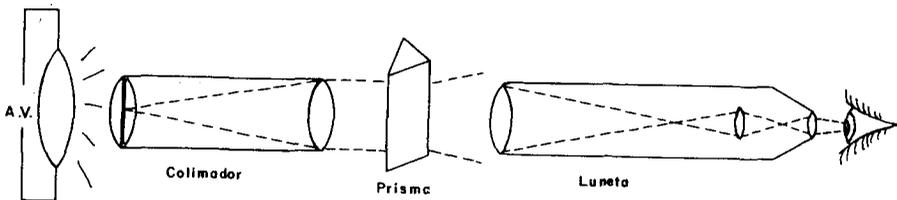


Fig. 1 Diagrama esquemático que ilustra o princípio de funcionamento do espectrômetro.

A função do colimador é tornar paralelo o feixe policromático proveniente da fonte de luz. Este feixe, ao sofrer dispersão no prisma ou difração na rede, se separa em tantos feixes monocromáticos quantos forem os comprimentos de onda presentes na radiação da fonte. Estes feixes monocromáticos divergem entre si. Quando focalizados pela luneta, cada um deles formará uma imagem da fenda ou linha do espectro. A separação entre estas linhas, definida pela relação de dispersão $d\theta/d\lambda$, é função do material do prisma ou do espaçamento entre sulcos da rede de difração.

Nas figuras 2 e 3 mostramos fotografias do espectrômetro montado com o prisma e com a rede respectivamente. O instrumento consta das três partes fundamentais que denominamos *corpo principal*, *colimador* e *luneta de observação*. A figura 4 se constitui uma planta geral detalhada do mesmo.

O *corpo principal* engloba a base de sustentação do instrumento, o sistema giratório da luneta, o suporte do colimador e a mesa do prisma ou da rede. Ambas as mesas do prisma e da rede são facilmente removíveis, instalando-se uma ou outra conforme se pretenda utilizar o aparelho com prisma ou com rede. Tanto a mesa como o suporte do colimador e o sistema giratório da luneta são dotados de movimentos de rotação independentes.

A base de sustentação do instrumento é constituída por uma flange de ferro de diâmetro ϕ 200mm, assentada sobre três pés que se apoiam na bancada do laboratório. Na figura 5 está um desenho detalhado desta flange, onde se pode observar um sulco onde se ajusta o ponteiro indicador da escala. Nesta flange, de diâmetro ϕ 20mm, o qual se encontra representado na figura 6.

Acima da flange de sustentação se sobrepõe o sistema giratório da luneta, representado na figura 6. Este é constituído pela flange da escala, de ferro, e cujo diâmetro é ϕ 114,59mm, flange esta que se fixa a uma bucha de bronze de diâmetro externo ϕ 60mm. Nesta bucha fixa-se ainda a haste cilíndrica de sustentação da luneta. O sistema flange da escala, bucha, haste e luneta gira solidário. O posicio-

namento angular da luneta é obtido com um ajuste fino e contínuo de rotação. O sistema de ajuste fino se constitui num pequeno eixo cilíndrico horizontal com uma cabeça recartilhada que atua por atrito de um anel de borracha sobre a flange da escala, que é solidária à luneta.

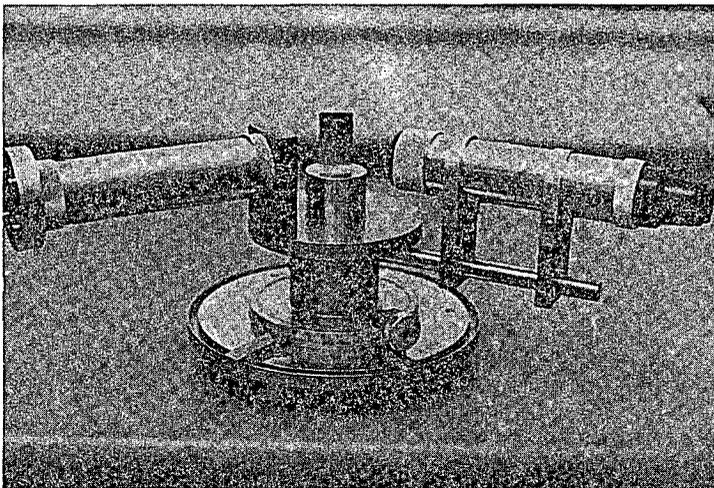


Figura 2. Fotografia do espectrômetro óptico na sua montagem com prisma.

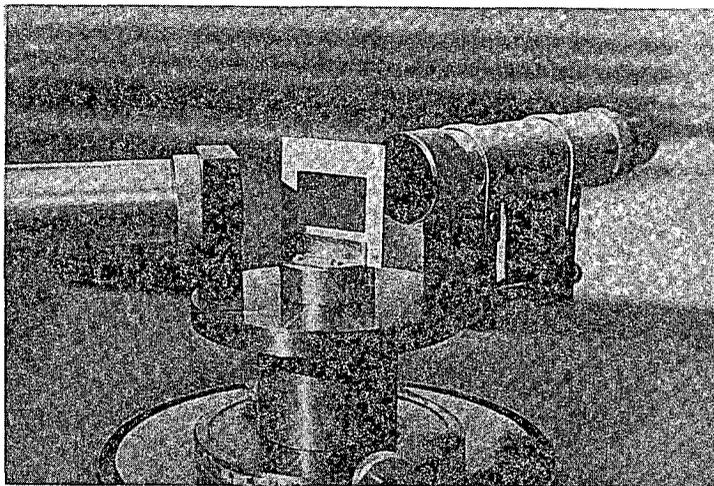


Figura 3. Fotografia do espectrômetro óptico na sua montagem com rede de difração.

Acima da bucha do sistema giratório da luneta, encontra-se o suporte do colimador constituído pela flange da base da mesa, de aço 1020, cujo diâmetro é $\phi 115\text{mm}$ (fig.7). Esta flange encontra-se fixada ao eixo principal do instrumento e nela se fixa o colimador através de um suporte prismático. O sistema colimador, flange e eixo principal giram solidários. Uma vez encontrada a posição angular da luneta, pode-se fixar o sistema giratório em relação à base de sustentação, apertando-se o parafuso sobre a flange da escala. Esta flange tem o diâmetro de 114,59mm exatamente para que sobre sua borda se justaponha uma escala linear de 360 mm, dividida em milímetros, com a qual se mede a posição angular da luneta. Como a cada milímetro corresponde um grau, a posição angular da luneta poderá ser facilmente determinada dentro de décimo de grau, desde que para tanto se instale um nônio no instrumento. Este nônio deve ser instalado na extremidade do ponteiro indicador descrito anteriormente. Sendo um dos objetivos do projeto a simplicidade de construção do instrumento, procurou-se evitar escalas circulares, preferindo-se as lineares que podem ser mais facilmente construídas numa simples mesa de desenho ou então mais precisamente num coordenatógrafo.

Na extremidade superior do eixo principal apoia-se a mesa do prisma ou da rede, conforme se pode observar na figura 7. Esta mesa pode girar independentemente do eixo principal desde que se afrouxe o parafuso de fixação da mesa.

O *colimador* consta de um tubo cilíndrico de alumínio contendo numa das extremidades uma fenda fixa e na outra uma objetiva acromática de distância focal 155,2mm do conjunto Poliopticon, fabricado pela DFV. O projeto foi feito de forma a permitir variação tanto da distância entre a fenda e a lente, ou seja, do comprimento do colimador, como da posição de todo o conjunto de colimação em relação à rede ou ao prisma, de modo a se obter a melhor imagem da fenda no processo de focalização. Estes três ajustes são conseguidos através de três roscas finas que deslocam respec-

tivamente o adaptador da fenda, a lente e o sistema de colimação, todo ele, em relação ao corpo principal do instrumento.

A fenda fixa foi construída com lâminas de barbear e montada num suporte que se adapta à extremidade do colimador. Pode-se trabalhar assim com um conjunto de fendas de diferentes larguras, facilmente intercambiáveis por simples encaixe. O instrumento pode operar, preferencialmente, com um sistema de fenda ajustável, o qual se encontra em desenvolvimento na oficina mecânica da Faculdade de Engenharia da UNICAMP. O suporte da lente, por sua vez, foi construído com duas roscas finas, uma das quais é responsável pela adaptação do colimador ao corpo principal do instrumento enquanto que a outra acopla o suporte da lente ao tubo cilíndrico.

A *luneta* é constituída por um tubo cilíndrico ao qual se adaptam um sistema ocular e uma objetiva acromática de distância focal 155,2mm. A ocular emprega duas lentes convergentes de distância focal 41,8mm. Tanto as oculares como a objetiva são parte do conjunto de óptica Poliopticon da DFV, estando montadas em seus suportes originais. O sistema ocular é, por sua vez, montado no redutor para oculares e no tubo rosqueado para oculares que acompanham o conjunto Poliopticon. Este tipo de ocular permite a introdução de dois fios cruzados ou de uma gráticula que possibilite uma melhor centralização da imagem. No processo de focalização vários ajustes de posição são possíveis através de roscas finas. Pode-se variar a distância entre a lente de olho e a lente de campo da ocular, bem como a distância entre o sistema ocular e a lente objetiva, ou as demais distâncias relativas.

O instrumento dispõe ainda de uma cobertura que se adapta à flange do colimador, blindando-o da radiação externa.

LISTA DO MATERIAL NECESSÁRIO

Esta lista encontra-se junto à planta geral detalhada do espectrômetro óptico, figura 4.

EQUIPAMENTO DE OFICINA NECESSÁRIO

Torno de oficina de 1,5m entre pontas
Furadeira

INFORMAÇÕES RELATIVAS A CONSTRUÇÃO

1. A objetiva do colimador foi a única lente despojada de seu suporte original, de forma a simplificar o acoplamento do colimador ao corpo original.
2. O diâmetro do tubo de alumínio empregado na construção da luneta e do colimador não é crítico. Foi escolhido dentro da disponibilidade de comércio local, devendo apenas ser maior que o diâmetro da objetiva de forma a que se possa acoplar o colimador ao corpo principal, por rosqueamento.
3. Os tubos de alumínio devem ser anodizados em preto internamente de forma a tornar menos importante a parcela de luz refletida nas paredes do colimador e da luneta. O mesmo tratamento deve ser dado à mesa do prisma e da rede que também são de alumínio. O suporte do colimador, por ser de ferro, pode ser niquelado em preto.
4. No nosso instrumento empregamos prismas de 60° fabricados no FUNBEC, de acrílico, os quais foram colados à mesa suporte. Pode-se no entanto construir um prendedor de mola que fixe o prisma permitindo trocá-lo mais facilmente quando necessário.
5. As lentes podem obviamente ser substituídas por outras de melhor qualidade, adaptando-se facilmente o projeto às dimensões das mesmas.
6. As redes de difração constituem-se no único acessório que deve ser procurado no comércio internacional.
7. As medidas especificadas na lista do material necessário não são críticas, podendo ser substituídas por valores aproximados por excesso, em função da disponibilidade no mercado. Aquelles valores são os menores possíveis para a posterior usinagem das peças, visando ao menor desperdício de material.

Este trabalho só pode ser executado graças a dedicada e eficiente colaboração do Sr. Rutênio Gadelha de Meneses, Chefe da oficina mecânica da Faculdade de Engenharia da UNICAMP. A ele nosso reconhecimento e gratidão, tanto pela ajuda prestada durante o projeto e desenvolvimento do mesmo, como pela sua arte na sua confecção.

LEGENDA DA FIGURA I

41	Cabeça giratória	1	Alumínio	ϕ 1" x 7/8"
40	Arruela da base do ajuste	1	Aço 1020	ϕ 9/16" x 1/16"
39	Porca da base do ajuste	1	Latão	ϕ 1/2" x 1/4"
38	Eixo hor.do ajuste fino	1	Aço 304	ϕ 1/2" x 1/4"
37	Anel giratório	1	Borracha	ϕ 1/4" x 3/8 x 1/16
36	Porca de fix.do eixo	1	Aço 1020	ϕ 1 1/4" x 1/2"
35	Arruela de fix.do eixo	1	Aço 1020	ϕ 1 1/4" x 1/4"
34	Pê	3	PVC	ϕ 1/2" x 2 3/4"
33	Suporte do pê	3	Aço 1020	ϕ 1/4" x 3"
32	Flange da base de sustent.	1	Aço 1020	ϕ 8 1/2" x 1/2"
31	Paraf.de fix. do ponteiro	1	Latão	ϕ 5/16 x 1/2"
30	Ponteiro indicadord.escala	1	Aço 1020	2" x 1/2" x 1/2"
29	Suporte do nônio	1	Acrílico	1/2" x 1/2" x 1/16"
28	Flange da escala	1	Aço 1020	ϕ 4 3/4" x 1/2"
27	Paraf. d.fix.d.base a bucha	4	Aço 1045	ϕ 1/8" x 3/4"
26	Sistema ocular	1	Poliopticon	DFV
25	Adap.d. sistema ocular	1	Alumínio	ϕ 1 3/4" x 3/4"
24	Haste cilíndrica d.sup.d.Luneta	1	Latão	ϕ 1/2" x 6 5/16"
23	Paraf.d.fix.d.sup.da Luneta	2	Aço 1045	ϕ 1/8 x 3/4"
22	Garra de fix.da Luneta	2	Alumínio	9 3/4" x 1/2" x 3/64"
21	Suporte da Luneta	2	Aço 1020	5 1/2" x 1 3/8 x 1/2"
20	Adapt.da objetiva d.Luneta	1	Alumínio	ϕ 1 3/4" x 7/8"
19	Objetiva da Luneta	1	Poliopticon	DFV
18	Base do ajuste	1	Latão	ϕ 1/2" x 2"
17	Parafuso d.fix.da escala	1	Aço 1020	ϕ 5/8" x 7/8"
16	Flange base da mesa	1	Aço 1020	ϕ 4 5/8" x 1/2"
15	Bucha giratória	1	Bronze	ϕ 2 1/2" x 2 1/2"
14	Eixo principal	1	Aço 304	ϕ 7/8" x 4"
13	Porca de fix. da mesa	1	Bronze	ϕ 7/8" x 1/2"
12	Mesa do prisma	1	Alumínio	ϕ 1 5/8" x 1 1/4"
11	Par.d.fix.d.mesa d.prisma e rede	1	Latão	ϕ 5/16" x 3/4"
10	Arruela da mesa	1	Bronze	ϕ 2" x 3/16"
9	Objetiva do colimador	1	Poliopticon	DFV
8	Suporte prismático d.colim.	1	Aço 1020	2 1/2" x 5/8" x 1 3/4"
7	Suporte d.ajuste d.colimador	1	Alumínio	ϕ 1 3/4" x 7/8"
6	Paraf. d.sup.d.fix.d.colimador	2	Aço 1045	ϕ 1/8" x 3/4"
5	Tubo do Colimador	1	Alumínio	ϕ 1 1/2" x 1 3/8"
4	Arruela de encosto da fenda	1	Alumínio	ϕ 1 3/4" x 5/8"
3	Suporte da fenda	1	Alumínio	ϕ 2 1/2" x 2 1/4"
2	Tampa de fixação da fenda	1	Alumínio	ϕ 2 1/2" x 1/4"
1	Paraf.de fixação da tampa	4	Aço 1020	ϕ 1/8" x 1/4"

Nº NOME Qua. Material Med.Bruta

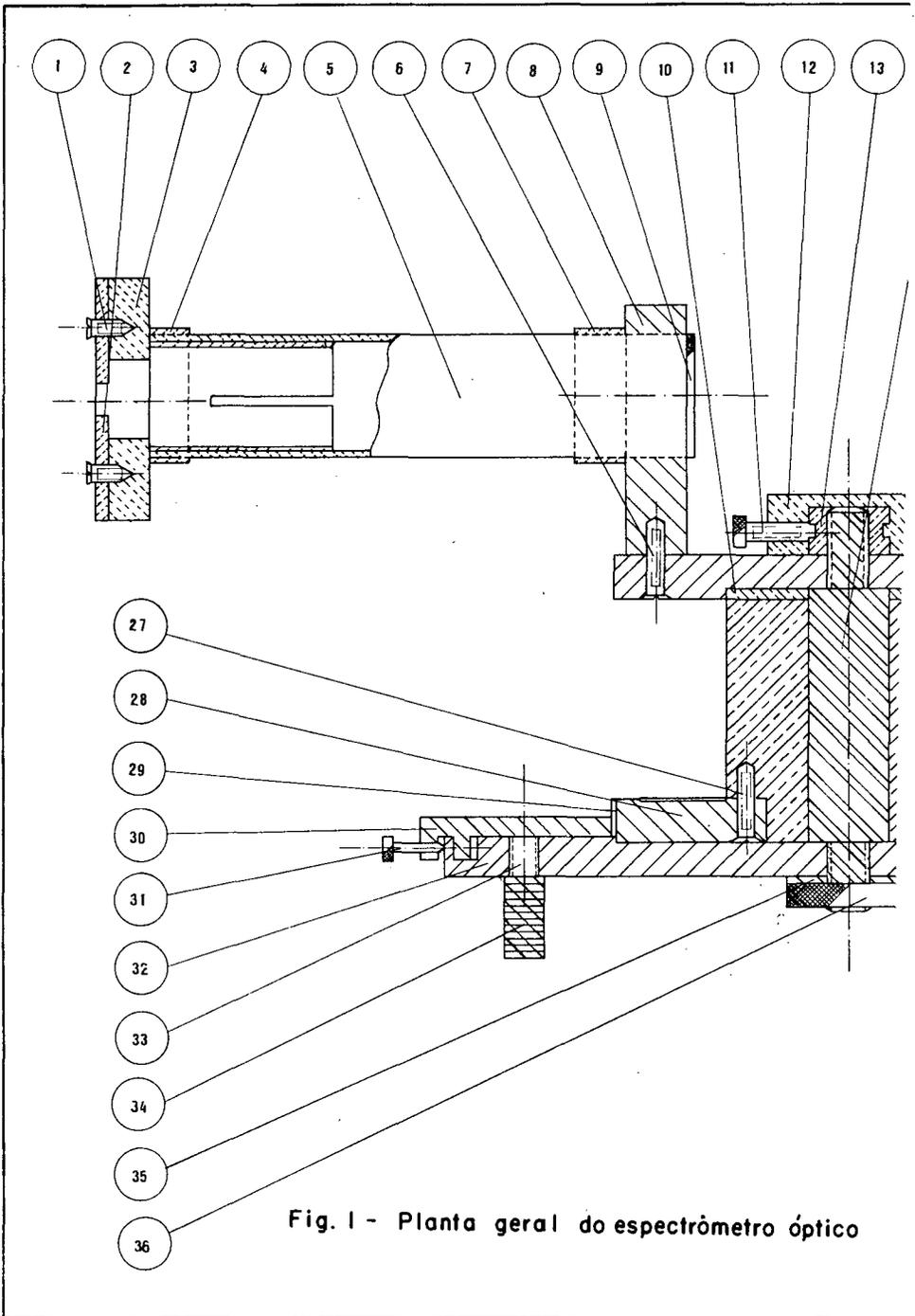
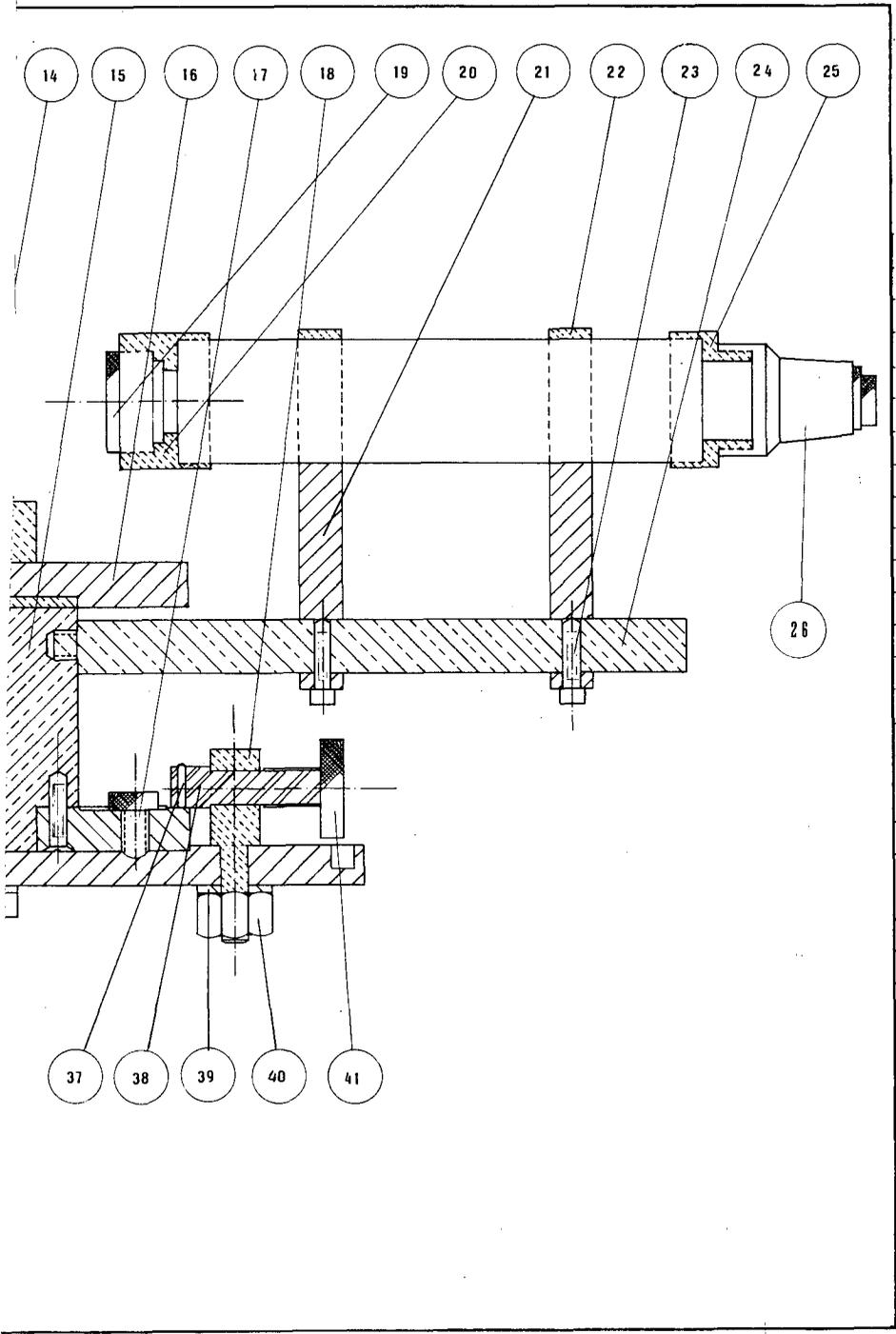


Fig. 1 - Planta geral do espectrômetro óptico



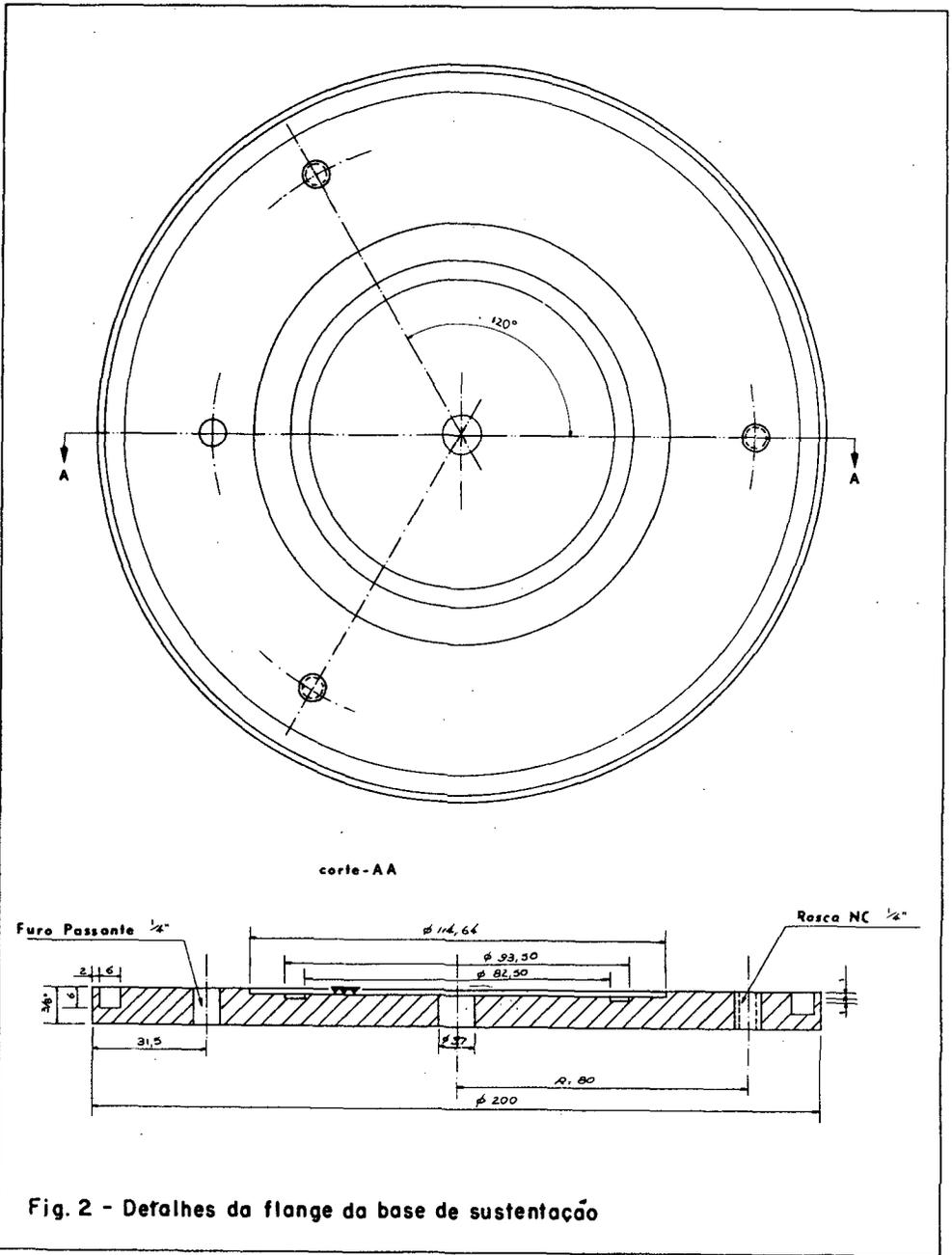


Fig. 2 - Detalhes da flange da base de sustentação

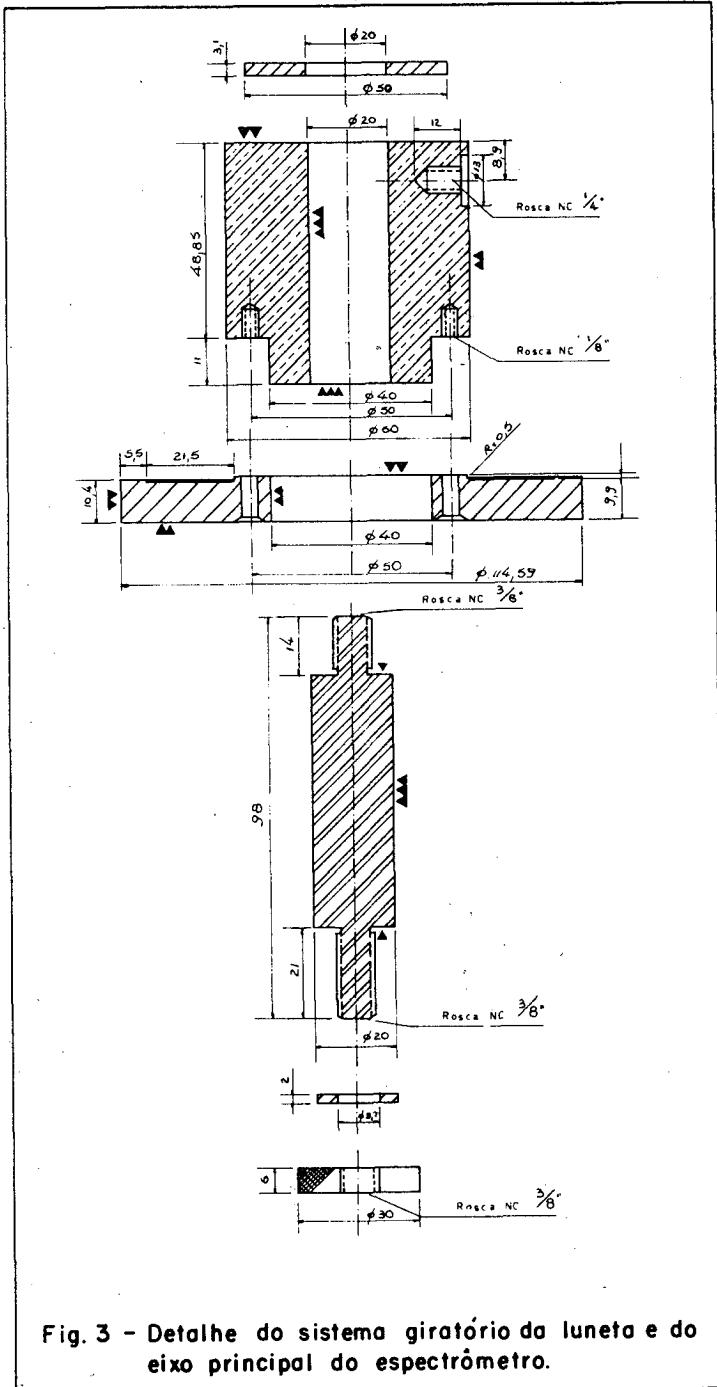


Fig. 3 - Detalhe do sistema giratório da luneta e do eixo principal do espectrômetro.

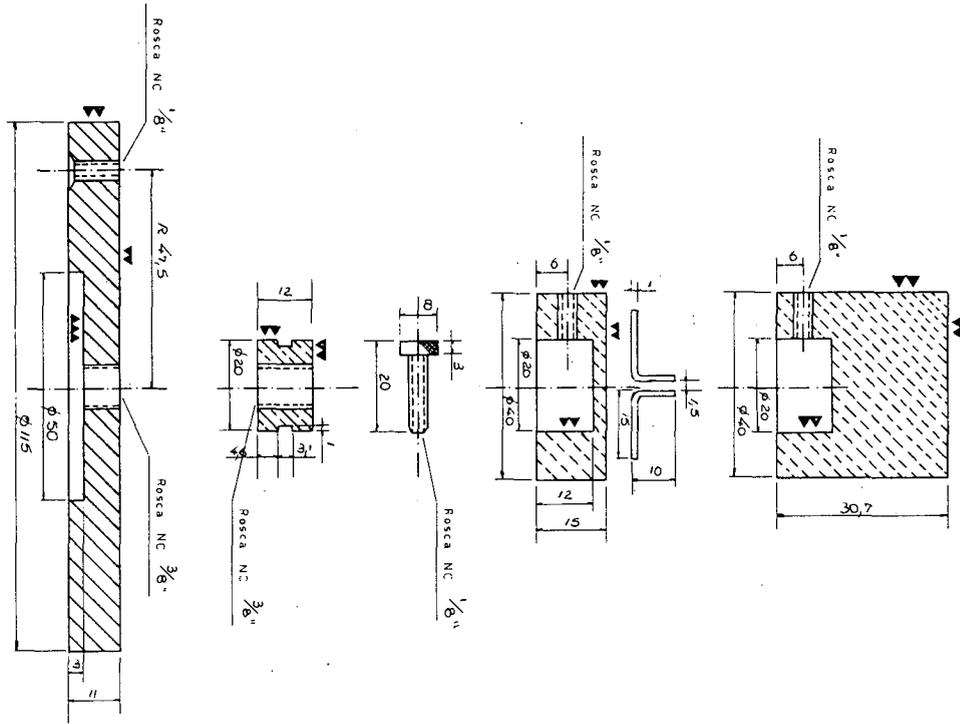


Fig. 4 - Detalhe da flange da base das mesas do prisma e da rede.

G₂ - UM SISTEMA DE AVALIAÇÃO PARA CURSOS DE FÍSICA EXPERIMENTAL BÁSICA

COSTA, Aloisio R. da; MENEZES, João V. de; SOUZA, J. L. M. D. de;
NASCIMENTO, Luiz G.; LOPES, Laercio C.; ELIA, Marcos da F.; RIZZO,
Paschoal & BARROS, Susana L. de S. - Instituto de Física - UFRJ

É assunto muito conhecido que os cursos de Física Experimental do Ciclo Básico sofrem, devido a sua natureza "material", de dificuldades criadas pela carga horária reduzida, grande número de estudantes, limitações de liberdade de trabalho, dificuldades orçamentárias e de espaço físico. Nestas condições, a avaliação é feita "proforma", baseando-se na evidência que vai da "frequência" do aluno até um relatório escrito como dever, muitas vezes copiado de colegas mais interessados ou até de relatórios de anos anteriores. A este quadro clínico deprimente podemos ainda adicionar a falta de normalização das correções feitas pelos diferentes professores encarregados do curso.

Para corrigir algumas destas deformações típicas do sistema, testamos um método que permite em parte uma avaliação mais objetiva do aproveitamento "real" do estudante em termos de:

- I) apresentação metodológica diferenciada das tarefas a serem desenvolvidas pelos estudantes.
- II) confecção de relatórios em aula.
- III) critérios definidos de correção dos relatórios programados com uma % bem definida atribuída a cada uma das componentes do mesmo.

I - INTRODUÇÃO

É assunto já bastante conhecido que as disciplinas de Física Experimental do Ciclo Básico apresentam dificuldades criadas pela carga horária reduzida, grande número de estudantes, limitações de liberdade de trabalho, dificuldades orçamentárias, de espaço físico e de pessoal qua-

lificado. Nestas condições, a avaliação é feita *proforma* e baseada em critérios que vão de simples frequência do aluno até um relatório escrito como *dever*, muitas vezes copiado de colegas mais interessados ou, até mesmo, de relatórios apresentados em anos anteriores. A este quadro "clínico" deprimente, podemos ainda adicionar a falta de normalização das correções feitas pelos diferentes professores encarregados das várias turmas da disciplina.

Para minimizar algumas destas deformações típicas do sistema, testamos um método que permite em parte uma avaliação mais objetiva do aproveitamento *real* do estudante. As características básicas do método em questão podem ser medidas em:

- 1) Apresentação metodológica diferenciada das tarefas a serem desenvolvidas pelos estudantes.
- 2) Confecção de relatórios em aula.
- 3) Critérios definidos de correção dos "relatórios-padronizados" com uma porcentagem de pontos bem definidos atribuída a cada uma das componentes do mesmo.

DESCRIÇÃO DO MÉTODO:

Tarefas experimentais sobre um mesmo assunto (ou assuntos/afins) foram desenvolvidas ao longo de 2 ou 3 semanas consecutivas. A cada uma destas tarefas correspondeu um roteiro estruturado de forma diferente, com o objetivo de verificar a forma mais eficiente em termos de aprendizado. Terminadas estas tarefas, um relatório padronizado foi escrito, individualmente, na aula imediatamente posterior (aula-relatório).

Os estudantes estavam, avisados, com antecedência, do cronograma de aula estabelecido e deviam estar preocupados para escrever o relatório solicitado na aula-relatório. O processamento dos dados experimentais, tabelas e cálculos deveriam ser realizados pelos estudantes antes da aula-relatório de tal sorte que o tempo disponível para esta aula fosse utilizado para confecção de gráficos e estabelecimento de resultados e conclusões, bem como para respostas às pergun-

tas do roteiro. A redação final do relatório padronizado era integralmente feita nesta aula.

A consulta ao roteiro e a livros foi permitida e incentivada. O professor, durante a aula-relatório, dava todo o suporte necessário aos estudantes, mas evitava a mútua consulta entre os mesmos. Cada estudante deveria estar individualmente preparado para a participação na aula-relatório, não tendo sido permitida a utilização comum de dados, tabelas e cálculos nesta aula.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

1. *Análise comparativa dos tipos de roteiro apresentados*

A altura das barras nos diagramas (fig.1) representa o índice percentual de aproveitamento, para cada uma das tarefas propostas, da amostra de estudantes escolhida. As letras que caracterizam as barras indicam a categoria taxionômica (Bloom - Klopfer¹) identificada:

A - CONHECIMENTO E COMPREENSÃO

B - OBSERVAÇÕES E MEDIDAS

C - RECONHECIMENTO DE PROBLEMAS E VISUALIZAÇÃO DAS FORMAS DE SOLUÇÃO

D - INTERPRETAÇÃO DE DADOS E INFERÊNCIAS

E - CONSTRUÇÃO, TESTE E REVISÃO DOS MODELOS TEÓRICOS

F - TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTOS

M e M' representam respectivamente o aproveitamento percentual médio calculado considerando-se todos os alunos da disciplina e da amostra considerada.

Comparando, em cada um dos diagramas, os valores de M e M' observa-se que para os três primeiros relatórios a amostragem (20%) é bastante significativa e que para o quarto (10%) ela é ligeiramente viciada.

Estes relatórios não foram preparados utilizando a taxionomia de Bloom e isto explica a ausência de algumas categorias em alguns dos relatórios (F nos 1º e 2º relatórios e B no 4º) ao se tentar avaliá-los taxionômicamente a *posteriori*. Entretanto, pode-se observar nos diagramas como a forma de apresentação das tarefas experimentais limita o

número de objetivos a serem testados através do relatório. Os mais ricos em objetivos são os tipo 1 (OHS) e tipo 2 (RCR) indicados no gráfico 1.

A análise dos diagramas sugere também que ou a natureza do tema escolhido ou a forma de apresentação das tarefas influi no índice de aproveitamento específico ou geral.

Exemplos de algumas questões (Q) típicas dos relatórios e suas respectivas classificações (A,B,C,D, etc) taxionômicas:

- (Q) Faça um diagrama do sistema físico (marque as forças).
- (A) Translação do conhecimento de uma forma simbólica para outra.
- (Q) Descreva como obteve as medidas experimentais para verificar que o sistema...
- (B) Descrição de observações usando uma linguagem apropriada.
- (Q) Anexe as tabelas feitas para a determinação experimental da aceleração angular do disco para as duas massas. Elas devem conter os valores de α e σ_α .
- (D) Apresentação dos dados em forma de relações funcionais.
- (D) Processamento de dados experimentais.

2. O problema da "cola"

A exigência do relatório ser feito em sala de aula não impediu que alguns alunos trabalhassem com dados copiados de seus colegas (tabela 1), entretanto obrigou-os, pelo menos, a procurar entender o que copiavam, uma vez que iriam trabalhar com aqueles dados na aula-relatório.

TABELA 1

Informações obtidas em questionários aos alunos.

N(+)	Pediu (%)	Emprestou (%)
0	57	37
1	25	25
2	10	22
>2	3	9
?	5	7

(+) N representa o número de vezes em média que um dado nú-

mero percentual de alunos entrevistados pediu (emprestou) os dados obtidos para serem copiados.

Tendo sido apresentado também a todos os alunos, o mesmo relatório (mesmos itens, mesmas questões etc), correu-se o risco de que o conhecimento prévio das questões, que certamente houve, marcasse os resultados, elevando consideravelmente a média dos grupos dos últimos dias da semana.

Muito embora o questionário respondido pelos alunos ao final do curso revelasse que tal transferência de informações ocorreu em grau considerável (55% responderam que procuraram ter conhecimento prévio das questões) o gráfico 3 (médias dos grupos por dia da semana) deixa claro que os efeitos desta transferência não foram realmente significativos.

3. Efeito da coordenação dos trabalhos docentes na normalização das notas.

Nos gráficos 2a, 2b, 2c abaixo, são apresentadas as médias dos grupos por professor e para os anos de 1973, 1974 e 1975. Em cada caso é também assinalada (linha cheia horizontal) a média geral de todos os alunos.

Em 1973 e 1974 praticamente inexistia um trabalho de coordenação, havia sim a figura de um coordenador que mais era um responsável pelo curso (ele elaborava os roteiros, preparava o material etc). Observa-se nos gráficos correspondentes um comportamento bastante desordenado das médias dos grupos por professor em relação a média global. Cada professor corrigia os relatórios de seus alunos segundo critérios pessoais e atribuía a cada item dos mesmos o valor que quisesse.

Em 1975 começou-se a desenvolver um trabalho sistemático de coordenação. Os relatórios foram padronizados, o número de pontos a ser atribuído a cada item do relatório foi fixado e os próprios critérios de correção passaram a ser objeto de discussões entre os professores em reuniões semanais. Observa-se no gráfico 3c que tal coordenação dos tra-

balhos docentes resultou numa normalização dos resultados em relação a média global.

CONCLUSÕES:

Uma conclusão sobre a melhor forma de apresentação do material de Laboratório, baseada na análise comparativa feita em III-1, seria bastante prematura, não só por insuficiência de dados, mas principalmente pelo caráter *posteriori* ou semi controlado com que foi feita.

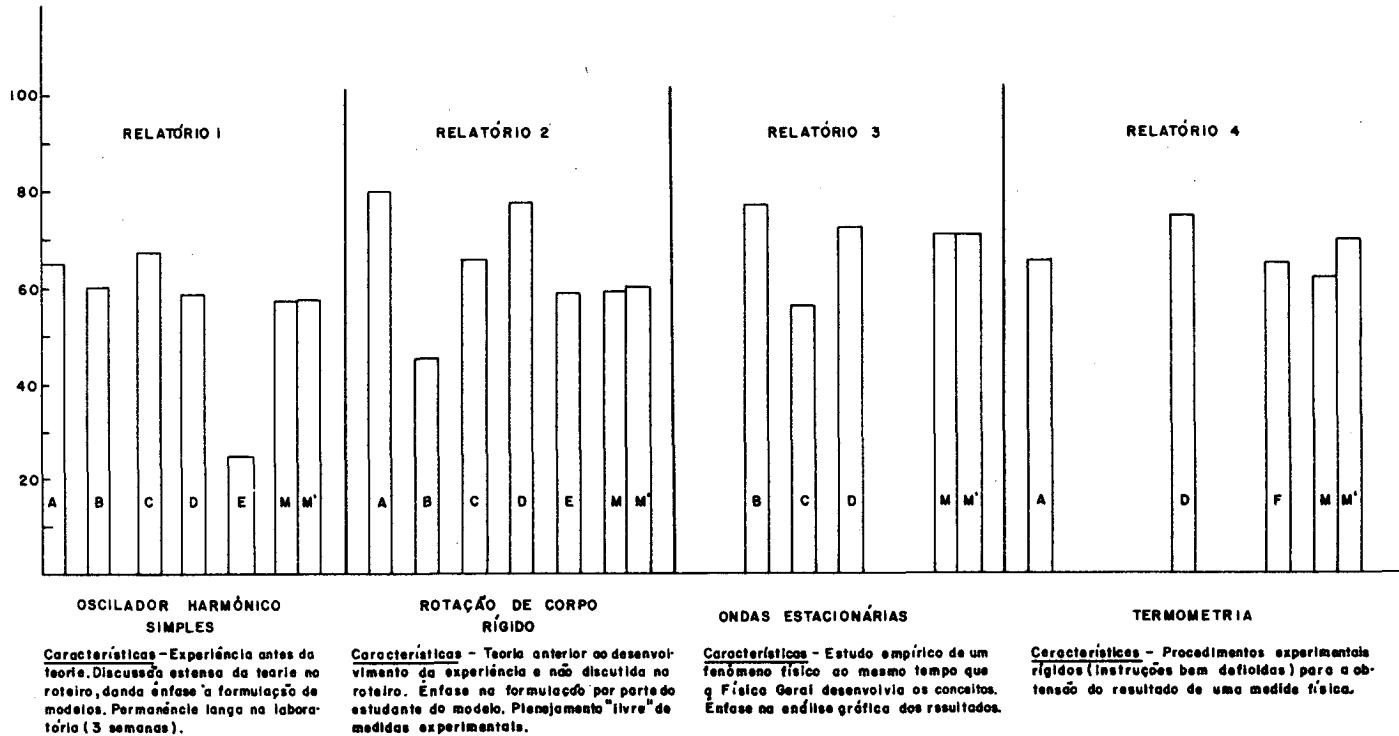
Entretanto, o que é bastante conclusivo é que materiais (roteiros e relatórios) elaborados, prévia e cuidadosamente, em cima de uma taxionomia do tipo Bloom, se prestam de forma eficaz como um método de análise.

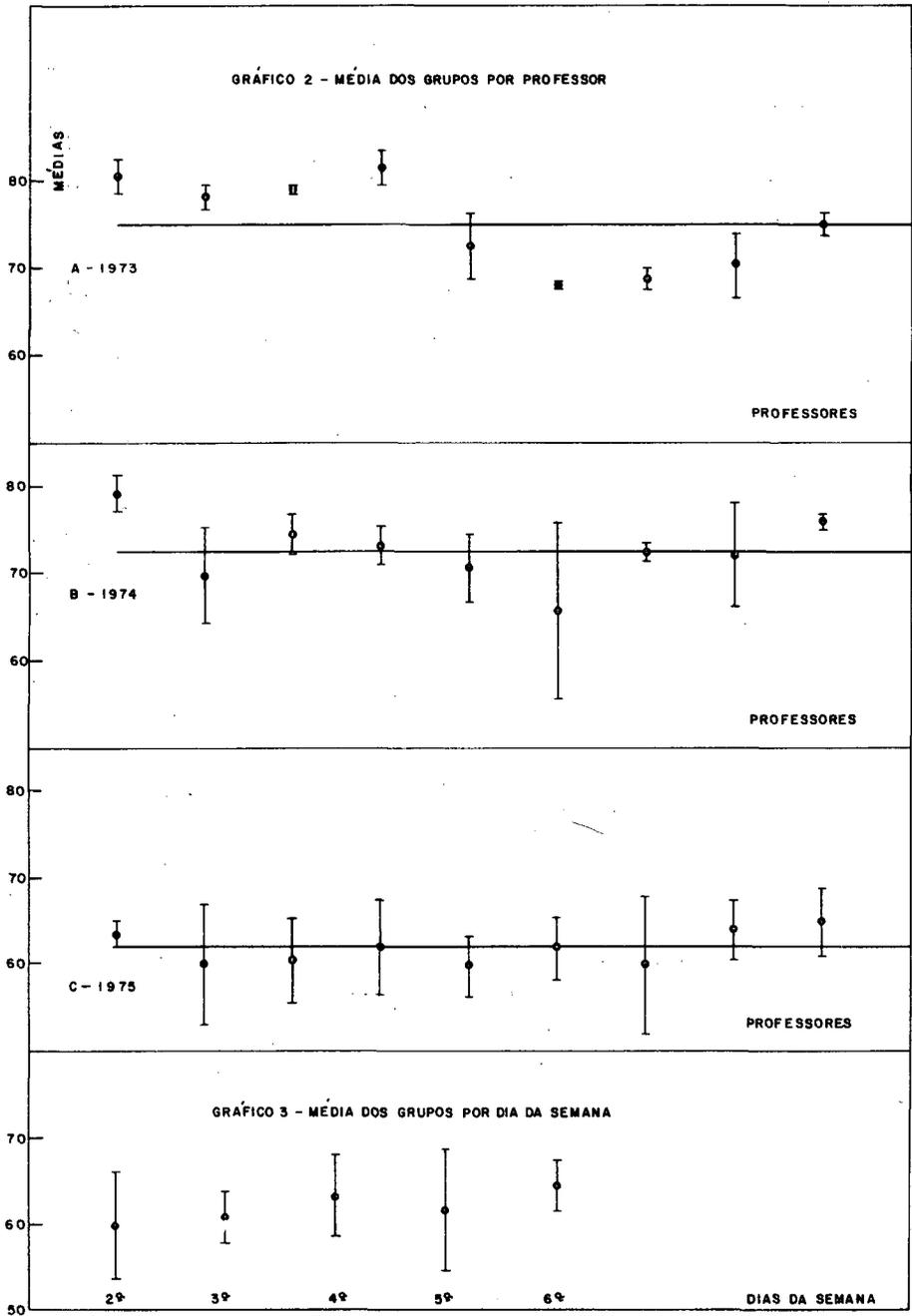
No que diz respeito à aula-relatório os resultados foram excelentes. O contato professor-estudante durante a confecção dos mesmos permitiu de forma eficiente uma correção imediata de falhas na aprendizagem. Para desestimular a *cola* de dados entre os estudantes pode-se utilizar nas questões pertinentes (ex., sobre processamento de dados) dados inéditos fornecidos pelo professor. Uma desvantagem da aula-relatório é que reduz de 25% a 33% o tempo utilizável do laboratório.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- (1) BLOOM, B.; HASTINGS, J.T.; and MADAUS, G.F.; - *Handbook on formative and summative evaluation of student learning.*

GRÁFICO 1 - APROVEITAMENTO POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS





G₃ – PRATELEIRA DE DEMONSTRAÇÃO DE ELETRICIDADE
ALVES FILHO, J. de P.; CUZZIOL, J.; LIMA JUNIOR, J. B. de;
GUILLAUMON FILHO, J. A. & MOSCATI, G. – Instituto de Física da
USP.

A "Prateleira de Demonstração de Eletricidade" para o curso básico da USP, foi criado com dois objetivos: ser um laboratório de apoio aos professores de teoria que querem realizar demonstrações experimentais para a classe e permitir aos alunos que queiram realizar experimentos extras ou pequenos projetos experimentais.

A organização da "Prateleira de Demonstração" é relativamente simples. Em quase todas as escolas, em geral, existem certos equipamentos que estão fora de uso ou estão sem funcionar por diversas razões. São equipamentos e materiais que são chamados de "*museus*". A idéia foi recuperar tal material e colocá-lo em funcionamento. Simultaneamente projetar a partir desse material ou mesmo criar, novos equipamentos simples, que se destinam a demonstração em classe. O número desse equipamento pode ser de apenas um conjunto e os professores utilizá-lo na forma de rodízio.

Para obter uma maior eficiência dessas demonstrações, estamos elaborando guias para os professores e para os alunos. O guia do professor constará dos objetivos da demonstração, o esquema de montagem de questões para discussão na classe. O guia dos alunos constará da indicação dos pontos essenciais da demonstração que devem ser observados e de questões para discussão.

Desse modo, o professor que desejar apresentar alguma demonstração em classe, terá um "pacote demonstrativo" que constará do equipamento e guias para ele e para os alunos.

G₄ – POR QUE UTILIZAR DEMONSTRAÇÕES NAS AULAS DE FÍSICA?

SEKKEL, William Walter e MURAMATSU, Mikiya – Instituto de Física da USP

Tem-se discutido muito sobre as funções do professor no ensino: fonte de informação? Transmissor de conhecimentos? Planejador de condições para aprendizagem do aluno? De qualquer modo as atitudes assumidas pelos alunos em um curso e seu interesse podem ser influenciados indiretamente através de recursos tais como: filmes, demonstrações, TV, etc.

Discutiremos neste trabalho o uso de demonstrações em sala de aula. Essas demonstrações são experiências geralmente qualitativas, de fácil execução e rápidas, que procuram mostrar como certos princípios e leis operam.

Para cada demonstração havia um guia para o professor indicando os objetivos e o funcionamento. Além disso havia um plantão (com dois monitores) para discussão das experiências com professores e alunos e auxiliar quando necessário nas demonstrações em sala de aula.

Embora não tenha sido aplicado uma avaliação objetiva da eficiência das demonstrações foi feita uma apreciação subjetiva por professores e alunos que utilizaram essas experiências.

Nossa comunicação não pretende ser um texto teórico sobre o *por quê? para quê? como?* do ensino de Física, mas simplesmente um relato do nosso trabalho de um ano na prateleira de demonstrações (P.D.) no Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

Inicialmente colocamos alguns problemas de ensino, em seguida definimos a função da prateleira de demonstrações, bem como o método de trabalho utilizado e fazemos uma pequena auto-avaliação.

UM PROBLEMA ATUAL.

Atualmente o ensino mantém ainda muitos aspectos semelhantes aos da Idade Média e Antiga embora estejamos em pleno século XX e preparando os nossos alunos para a vida do século XXI. É necessária uma evolução no método de transmitir o conhecimento.

Já é tempo de tirarmos do estado de inércia em que o ensino se encontra a centenas de anos, de colocarmos à margem o ensino da Ciência baseado na memorização dos princípios, leis e conceitos; memorização que inibe ou castra o desenvolvimento intelectual.

Já é tempo de mostrarmos aos nossos alunos que a Física (= Natureza em Grego) é a ciência que visa, através da análise e da construção de modelos teóricos, à compreensão dos mecanismos da Natureza para que possamos utilizá-los em nosso proveito.

Todos os professores tem consciência e lamentam a atitude passiva da maioria dos seus alunos não só em classe mas principalmente fora dela. Todos concordam que seria muito interessante e proveitoso que os alunos tivessem uma participação ativa em aula e um interesse pela pesquisa fora dela, em suma, que se comportassem como futuros cientistas.

Comumente o professor assume o papel de conferencista. Quando começa a aula ele apresenta uma série de informações e termina apresentando as soluções prontas: ele fala, desenvolve, raciocina e aos alunos resta o papel de platêia. Ela básica e mecânicamente repete o que está escrito nos livros e existem livros muito bem elaborados onde podemos colher as mesmas informações com muito mais segurança já que nos livros a possibilidade de se transmitir uma informação errônea é muito menor do que quando o professor expõe a matéria.

Talvez a solução para esse problema seja o professor trocar o seu papel de conferencista por um de orientador que crie situações que conduzam o aluno a uma participação ativa.

Nesse contexto evolutivo é que as demonstrações são de grande utilidade já que elas geram situações que despertam a atenção e a curiosidade dos alunos, fatores essenciais para que se realize a aprendizagem.

O QUE SÃO DEMONSTRAÇÕES?

Experimentos de demonstração são experiências, geralmente qualitativas, que visam ilustrar a aula mostrando como operam as leis da Física.

O objetivo primordial de uma demonstração depende da sua natureza. Por exemplo, constatação da validade de uma lei e como ela opera, ilustração de um problema teórico, simulação de experiências historicamente importantes no desenvolvimento da Física, aplicações curiosas e interessantes de algum conceito, etc... Elas mostram a base experimental da Física; nelas a Natureza fala por si.

As demonstrações apresentam situações concretas que, para o aluno é um verdadeiro desafio à sua inteligência.

MÉTODO DE TRABALHO DO GRUPO DE DEMONSTRAÇÕES

A Prateleira de Demonstrações (P.D.) do curso de Física 1-2 teve em 1975 as seguintes funções:

- a) elaborar as demonstrações;
- b) redigir guias de orientação para os professores;
- c) preparar as experiências solicitadas pelos conferencistas que apresentaram as palestras realizadas todos os sábados para os alunos do curso;
- d) auxiliar o pessoal do curso personalizado (preparando experiências especiais para esse curso, redigindo textos e orientando os alunos em suas atividades na P.D.);
- e) estar à disposição de todos os alunos que quisessem "brincar" individualmente com as demonstrações.

Nela trabalharam um professor-orientador e dois monitores (alunos de 2º ano do curso de Física) que juntos formaram o Grupo de Demonstrações. Os monitores trabalharam 12h/semana, sendo 2h reservadas para uma reunião com o orientador, ocasião em que se trocavam idéias sobre as de-

monstrações futuras.

Para cada tópicO do curso elaborávamos uma série de demonstrações e escrevíamos um breve guia de orientação que informava ao professor as demonstrações existentes e seus objetivos e eventualmente o procedimento ideal para se tirar o máximo proveito delas.

Na produção sempre utilizamos material simples, aproveitando material que não estava sendo usado em outros laboratórios ou adaptando equipamentos. Esse procedimento resultou em um custo operacional baixíssimo, praticamente reduzido às bolsas pagas aos monitores, o que representa uma despesa mensal de Cr\$1.000,00.

As demonstrações eram optativas e para utilizá-las o professor devia fazer o pedido com alguma antecedência para evitar coincidência de horário entre os professores.

As demonstrações podiam ser feitas na sala de demonstrações ou em classe a critério do professor. Geralmente os pedidos eram feitos dentro do horário de plantão dos monitores e eles se encarregavam de levar o material à sala de aula e geralmente os próprios monitores apresentavam e discutiam as experiências.

O QUE OBSERVAMOS

Não pretendemos fazer uma análise do ponto-de-vista "sucesso-fracasso" do nosso trabalho pois cremos que esses conceitos são relativos. Queremos somente relatar alguns fatos que percebemos e que servem de base para uma posterior reformulação do trabalho.

Nesse primeiro semestre procuramos nos limitar ao atendimento somente aos professores direcionando nosso trabalho para as demonstrações em classe. Esse procedimento foi adotado porque não tendo nenhuma experiência nesse campo, sentíamos a necessidade de primeiro conhecer as possibilidades e o potencial da utilização das demonstrações para que então pudéssemos aproveitá-los.

No segundo semestre começamos a incentivar fortemente os alunos a procurar a nossa sala para discutir experiên-

cias e os professores adquiriram o hábito de se informar das novidades da semana.

A divulgação da Prateleira entre os alunos foi falha pois foi feita apenas oralmente nas classes durante as demonstrações e com isso muitos alunos não sabiam de sua existência. Cremos que isso pode ser resolvido com a criação de um mural informativo e anunciando as demonstrações na programação do curso.

A prateleira se tornou, espontaneamente, um local de reunião entre professores e alunos que discutiam a física envolvida, sugeriam e selecionavam novas demonstrações, e nos ajudavam a resolver problemas técnicos quando estes surgiam. Muitos professores acabavam utilizando as demonstrações a pedidos dos próprios alunos do curso.

Além das experiências montadas para o curso, a nossa sala é também um depósito de aparelho antigo, um verdadeiro museu. Esses aparelhos despertaram grande curiosidade nos alunos e como a maioria deles não possuem qualquer folheto explicativo era um desafio descobrir a utilidade e o funcionamento desses aparelhos.

O comportamento dos alunos perante as demonstrações também se alterou: no início era passivo e depois passou a ser ativo com os alunos crivando-nos de perguntas, levantando-se da sua cadeira para ver e operar os aparelhos. A frequência de uso das Demonstrações por parte de muitos professores também aumentou.

Durante o ano realizamos cerca de 120 demonstrações em classe, produzimos textos e experiências para o curso personalizado da Física, auxiliamos nas aulas de demonstração aos sábados e atendemos aos alunos individualmente.

Somente lamentamos não ter montado um esquema de avaliação objetiva das demonstrações e Reuniões de auto-avaliação durante o curso.

A experiência fica registrada e acreditamos que apesar de algumas falhas ela foi válida levando-se em conta o baixo custo de operação e manutenção e principalmente como

uma grande oportunidade de intensa aprendizagem por parte dos monitores.

BIBLIOGRAFIA:

LIMA, Lauro de Oliveira - *"Mutações em Educação Segundo McLuhan"*- Coleção Cosmovisão. Editora Vozes, 1975(8a.edição).

MEINERS, Harry F. - *"Physics Demonstration Experiments"* - The Ronald Press Company, 1970.

Ensino Médio

3
COMUNICAÇÕES

Sessão C, 27/01/76

C₁ – CURSO BÁSICO DE MECÂNICA

FRANCO, Augusto Cesar Antunes de – Colégios Bennett e Rio de Janeiro.

O curso se divide em duas partes, aproximadamente iguais em extensão:

PARTE I - RECONSTRUÇÃO HISTÓRICA. 1. 0 Antigos; 2. Aristóteles; 3. Idade Média (João Filopônio, Ocjn, Jean Buridan, &c.), 4. Renascimento (Copêrnico, Bruno, Benedetti); 5. Galileu; 6. Kepler; 7. Descartes; 8. Newton.

PARTE II - CONSTRUÇÃO RACIONAL. 1. Aparência e realidade; 2. Existência e Natureza da Matéria; 3. Conhecimento; 4. Linguagem; 5. Lógica; 6. Semântica, 7. Definições; 8. Hipóteses; 9. Teorias; 10. Mecânica de Partícula (Significado, Apresentação da Axiomática, Discussão da Axiomática; aplicações, Clássicas, Questões e Exercícios).

Na parte I, os conceitos de Espaço, Tempo, Partícula, Referencial, Coordenada, Movimento, Posição, Massa, Força, Energia, &c., são introduzidos de maneira natural para posterior discussão. A estrutura da Parte II coincide, providencialmente, com a do "Foundations of Physics" de Mario Bunge (Capítulo I). Mas a idéia central da natureza da Mecânica, i.e., da estrutura e significado da Teoria, é a que se obtém de Painlevé ("Les Axiomes de la Mécanique"). A axiomática apresentada nesta parte não deve ser encarada como contribuição a Teoria Mecânica, mas foi proposta exclusivamente com objetivos pedagógicos. A abordagem de cada "construtor", na Parte I, se faz acompanhar de uma bateria de exercícios e de um *trabalho de interpretação nos textos originais* transcritos ao longo das apostilas distribuídas. Além disso, este exame histórico é acompanhado de um estudo das principais idéias cosmológicas, as quais, indiscutivelmente, estão como pressupostos na base de todas as

teorias científicas naturais. Testado nos anos de 1974/75 em cerca de 20 turmas de 1º ano observou-se que os alunos sem nenhuma preparação específica em Mecânica e com embasamento matemático insuficiente, alcançaram um nível muito superior ao dos vestibulandos considerados normais, quer na interpretação e discussão dos conceitos, quer na solução de exercícios tidos por difíceis.

C₂ - UMA NOVA PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA

GORDON, Helio Julio

Em São Paulo, as nossas escolas apresentam uma grande dificuldade em relação as suas condições de ensino. Este fato destaca-se em relação a física: Falta de laboratório, classes com grande número de alunos, grande número de cursos noturnos, onde os alunos estando cansados de um trabalho de cerca de 8 horas diárias, são impedidos de desenvolver o seu raciocínio e fazer a necessária revisão da matéria dada, em sala de aula.

Por outro lado, em sua maioria, os alunos estão voltados para as preocupações de passar rapidamente na escola e chegar à faculdade na esperança de um melhor nível salarial.

Diante de tantos problemas os professores, que além de se manterem na situação de insegurança de trabalho e a carga de 50 a 70 horas-aulas semanais ocupados nas salas de aula, acomodam-se diante dos objetivos imediatos dos estudantes e não procuram novos caminhos para o ensino. Persistem em métodos pedagógicos obsoletos, fora da realidade e distantes dos alunos.

A partir de dados acima, procurei uma nova solução, a qual consiste em adaptar a situação do ensino da Física à História da Ciência, programando as aulas de tal forma que vários temas de Física fossem abordados em seu conceito, com relação à evolução histórica da ciência e, em alguns casos, isso foi possível, devido às diferenças de interpretações sobre os fatos da natureza dos cientistas de hoje com os do passado.

O meu curso teve por objetivo congrega r necessidades imediatas com o aspecto científico da Física. Nesse método, as aulas expositivas tornam-se mais simples sem a necessidade de um grande mate-

rial técnico. O mesmo, consiste fundamentalmente em criar condições de debates e introduzir a mentalidade científica em sala de aula.

Em minhas experiências, com respeito a esse método, sempre verifiquei o grau de interesse dos alunos e uma maior elaboração das mesmas será mostrado no trabalho apresentado, posteriormente, com resultado dos dados obtidos em sala de aula.

PRINCÍPIOS DIRETORES DO TRABALHO: UMA PROPOSTA PARA O ESTUDO

1- A situação do ensino atual.

Um reflexo da física no ensino é o estudo da física no colégio. Devido às classes estarem geralmente com excesso de alunos e à dificuldade de se encontrar laboratórios nas escolas, a maioria dos alunos apresenta baixo rendimento, por falhas do ginásial, madureza, etc, e também pelo fato de terem que trabalhar o dia todo. Por sua vez, os professores têm dificuldades em preparar aulas, pois, geralmente, necessitam dar cerca de 70 aulas semanais. Existe, também, a falta de preparo dos professores em geral, para ensinar física.

2- A finalidade do trabalho.

Hoje, o nosso ensino é essencialmente profissionalizante, o que significa que os alunos, em sua maioria, devem parar os estudos no ensino médio.

Portanto, diante desse fato, o principal é criar condições para os alunos desenvolverem o espírito científico para poderem ser bons profissionais, pois um técnico não deve somente ter condições de realizar as operações habituais, mas também saber criar. E para isso, surge a necessidade de fortalecer os conceitos primordiais e o desenvolvimento científico de uma forma clara, que lhe dê confiança para resolver algumas dúvidas práticas.

Por outro lado, alguns deles tentam uma vaga na universidade. Como conciliar os objetivos imediatos e os gerais de uma educação científica necessária ao país?

Quando existe a preocupação de preparar os alunos para um vestibular, o ensino desenvolve-se nitidamente em função de dar uma série de conhecimentos estáticos para que os alunos resolvam as questões sem uma preocupação com o desenvolvimento social, afetivo e cognitivo, que deve nortear um trabalho didático.

A visão dinâmica da ciência, seus conceitos, suas estruturas nitidamente sociais, são deixadas de lado; então, nesse tipo de educação teremos nos afastado dos anseios de parte dos estudantes, que é alcançar conhecimentos que permitam um bom desempenho na vida universitária.

3- *Método Tradicional x História da Ciência.*

A ciência é formulada sem preocupação com a sua história. Ela procura mostrar o seu desenvolvimento pulando etapas, principalmente a física, onde as transformações são expressas em linguagem matemática e naturalmente abstrata.

Os alunos apresentam um despreparo, que influi na capacidade de raciocínio abstrato.

Na realidade, o ensino de física deveria estar em função do laboratório. Entretanto, na maioria dos colégios existem dificuldades para a obtenção dos instrumentos.

A história da ciência oferece um quadro mais completo sobre a ciência, suas dificuldades e seus problemas através do tempo.

Ela permite que os alunos obtenham uma série de informações sobre a prática e fatos da ciência, e mostra seu desenvolvimento e seus problemas. Ela é menos abstrata que o raciocínio matemático e pode, inclusive, auxiliá-lo na elucidação dos conceitos. Assim, a história da ciência pode adaptar-se às nossas condições escolares, pois os professores terão textos que facilitam os seus procedimentos didáticos. Mas nem todos os professores são notáveis conhecedores da história da ciência.

Para poderem desenvolver o curso, ele deve ser ministrado segundo um desenvolvimento histórico baseado em bibliografias.

Este tipo de colocação que será exposto facilita a compreensão da história, dando condições ao professor que não possui um grande conhecimento de ciências humanas, de aplicar este método. Por outro lado, este tipo de abordagem possibilita o entrosamento entre a estrutura matemática da física e a história da ciência. Ele atinge também as necessidades atuais dos alunos, que é unificar o ensino conceitual e seus interesses imediatos, possibilitando um maior entrosamento entre a estrutura matemática da física e a história da ciência.

Nas bibliografias poderemos demonstrar os raciocínios dentro de sua época, demonstrando os problemas e os métodos em que se baseiam a evolução da ciência.

A eficiência da utilização da história da ciência como didática pode ser verificada quando encontramos a possibilidade do texto ser adaptado para a escola tradicional, piagetiana, behaviorista, etc.

Na história da ciência há um rico e farto material didático que deve ser utilizado para a educação.

O desenvolvimento científico traz em sua história muitos fatos de enorme valia para a compreensão dos conceitos da física. A formulação científica omite uma série de debates, de dificuldades e de relacionamento social e com isto torna-se "não histórica" e sem maior relacionamento humano. Este procedimento afeta a didática e tradicionalmente a ciência é dada de forma a não considerar o seu desenvolvimento histórico, que permite que uma série de conceitos em que os alunos normalmente sentem dificuldades, possam ser percebidos e discutidos, permitindo que os professores possam obter o resultado satisfatório.

Na maioria dos casos, professores e estudantes sentem o fracasso de seus trabalhos, pois não se realizam os objetivos propostos. A consciência científica poderia ser um destes objetivos, pois a ciência tende a assumir um papel preponderantemente social, sendo ela hoje desenvolvida de forma a influir diretamente sobre a vida da população, como é o caso da poluição que é causada pela má utili-

zação da técnica científica.

Os indivíduos devem estar preparados para responder e compreender a ciência. Para isso é necessário que os indivíduos obtenham um certo domínio dos conceitos científicos. Deveremos assim desenvolver a elucidação dos conhecimentos da ciência de um forma simplificada; e uma das alternativas é a história da ciência. As universidades ressentem-se dos conceitos científicos que os alunos deixam de assimilar no 2º grau.

A história da Ciência permite que se discuta amplamente o desenvolvimento científico, ressaltando sua dinâmica, suas alternativas, e permitindo que quando os alunos, ao tomarem conhecimento desses fatos, percebam uma nova face da ciência.

A proposta deve procurar atender às necessidades mais imediatas dos alunos, isto é, prepará-los para o vestibular. Por isso deve apresentar alguns problemas preparatórios para o vestibular.

APLICAÇÃO DOS CONCEITOS IMEDIATOS NAS IDÉIAS DIRETORAS

Mostrarei a aplicação dos conceitos emitidos através de um dos capítulos da Física. A intenção deste capítulo é dar um desenvolvimento modificado da forma tradicional em que ocorre o desenvolvimento da Lei Gravitacional e das leis de Kepler.

Inicialmente, me basearei em um desenvolvimento histórico, no qual introduzirei discussões que ocorreram sobre os conceitos que antecederam a formulação da Lei Gravitacional.

1- Discussão em torno do sistema solar

A percepção do universo físico trouxe uma série de interpretações, muitas das quais não resistiram à roda da história. É o caso com relação à idéia de quem deveria ser o centro do nosso sistema, o sol ou a terra. Se voltássemos a 175 anos, veríamos o raciocínio mais natural: e a terra como centro do universo. Entretanto, nessa época já

havia homens que discordavam dessa teoria, como Copérnico, Giordano Bruno, Galileu, etc. É sobre a atuação deste último homem que nos deteremos.

("Nesta introdução abordamos fatos que vão propiciar historicamente condições de debates entre os alunos sobre as teorias antigas contra os novos conceitos que surgiam. Este fato permite aos alunos vislumbrarem os primeiros efeitos dos debates em ciência. Agora continuaremos o texto sistematizando algumas idéias de um iminente cientista da época.")

Alguns de seus descobrimentos foram obtidos através do aperfeiçoamento de um aparelho óptico; o telescópio, com o qual conseguiu observar o planeta Júpiter, pela primeira vez, e reconhecer seus quatro satélites. Em seu livro "O Mensageiro dos Astros", relata seus descobrimentos e conclui com a seguinte afirmação: "Por outra parte temos um excelente e claríssimo argumento para aceitar unanimemente o sistema de Copérnico da revolução dos planetas em torno do sol, e aqueles que estão perturbados pela translação da única lua ao redor da terra podemos dizer que ambos cumprem uma revolução anualmente em torno do sol - e livrar de escrúpulos a quem opina que se deve admitir como impossível este esquema do universo, pois agora não se trata de um único planeta que gira em torno do outro, mas sim que ambos cumprem uma grande órbita ao redor do sol, senão que nossos sentidos nos mostram quatro estrelas errantes ao redor de Júpiter, assim como a lua em torno da terra, ao mesmo tempo que todas elas juntas com Júpiter efetuam uma grande revolução ao redor do sol num período de 12 anos".

Essas afirmações que poderiam clarear a discussão sobre o sistema "planetário", entretanto trouxeram novos e intempestuosos ataques a Galileu, que inclusive foi difamado sendo acusado de não ter sido o primeiro a descobrir tal planeta e outras acusações desse tipo.

Percebendo este clima, Galileu evita de publicar as suas observações, esperando que momentos melhores surjam.

Quando é eleito o papa Urbano VII, que se apresenta

como um homem que defende idéias literárias e científicas, Galileu inicia novos debates.

"Uma das refutações sobre o movimento da Terra era o fato dos corpos caírem perpendicularmente sobre a superfície, e não obliquamente como deveria ocorrer se a terra movesse".

Para isto os aristotélicos evocaram a experiência "dizendo que isto se via manifestadamente em uma nave a qual está detida no porto, e se deixarmos cair desde o mastro uma pedra livremente, cairá perpendicularmente ao pé do mesmo, e isto não ocorrerá quando a nave estiver em alta velocidade. Ela cairá exatamente na popa. Em conformidade com esse efeito, ela deveria realizar exatamente este movimento se a Terra realmente se movesse". Contra a argumentação dos adversários de Copérnico e outras provas análogas, Galileu opõe a seguinte afirmação: "É impossível decidir sobre as bases das experiências mecânicas realizadas no interior de um sistema se o mesmo estiver parado ou em movimento retilíneo uniforme".

Para explicitar tal fato, levanta a seguinte argumentação:

"Para tanto, dirija-se a um navio, e dentro de um dos cômodos encerre-se juntamente com algum amigo, onde haja animais voadores como mariposas, moscas, instale também um grande aquário com peixes e prepare um jarro no alto que vá gotejando em outro mais baixo e de boca estreita. A partir daí observar-se-á com a nave parada, todos os movimentos dentro do cômodo, e os peixes dentro d'água, as gotas que caem no jarro inferior. Uma vez observado todos estes eventos, faça mover a nave com velocidade tal que seja a máxima (o movimento não pode ser oscilante) e não observarás a menor mudança, nem ao menos podendo assegurar se a nave avança ou não".

(Como vemos, a abordagem de fatos históricos concretos, permite aos alunos perceberem que a ciência é um processo dinâmico, social e que, dentro de um clima de contestação e de debates, é que surgem as idéias e a Ciência evo-

lui, rempendo estruturas científicas conservadoras).

Mesmo com estas afirmações, as polêmicas continuavam, e o problema dos movimentos dos planetas somente seria solucionado por Newton no século posterior.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A LEI GRAVITACIONAL

Quem sustenta a Terra e os planetas? Porque estes movimentam-se ao redor do Sol com uma trajetória determinada?

Estas respostas foram dadas por Newton.

A Lei Gravitacional

Segundo esta lei, entre todos os corpos do universo, sejam grãos de areia, pedras ou planetas, atuam forças de atração mútua.

Desenvolvimento:

Newton estava preocupado com alguns fatos de sua descoberta. Queria saber como que ocorria a aceleração em relação à distância. Para isso calculou a aceleração $a_c = v^2/R$ da lua. Teria que saber duas quantidades, a velocidade tangencial da lua em relação à Terra, e a distância entre os dois centros. Conhecendo os mesmos, calculou e encontrou a aceleração igual a $0,27\text{m/s}^2$, isto é, 3600 vezes menor que o valor $g = 980\text{ cm/s}^2$.

Daí concluímos que a aceleração da Terra diminui a medida que nos afastamos da mesma. Mas em que proporção? A distância é 60 raios terrestres, porém, 3600 é o quadrado de 60. Aumentando esta distância em 60 vezes, diminuímos a aceleração 60^2 vezes.

Conclusão: a força gravitacional varia em proporção inversa ao quadrado da distância.

Já sabemos que a força que atua num campo gravitacional é proporcional à sua massa, diretamente. Por isso, o primeiro corpo atrai o segundo com uma força que é proporcional à massa do segundo corpo, o segundo corpo atrai o primeiro com uma força que é proporcional à massa do primeiro.

Mas como as forças são de ação e reação, subentende-se

que possuem a mesma intensidade. As massas estarão se multiplicando, em resumo,

$$F = G \frac{M \cdot m}{R^2}$$

Discussão sobre alguns conceitos:

Vejamus um texto pitagórico com suas explicações sobre os movimentos dos planetas.

"Nisto se baseia toda a ciência de Astronomia: na suposição de que o Sol, a Lua e os cinco planetas se movem com igual velocidade, em círculos perfeitos, e em direção contrária do cosmo". Os pitagóricos foram os primeiros a formular as questões que conduziram à hipótese do movimento circular e uniforme do Sol, da Lua e dos planetas. A razão disso foi que, considerando seu caráter divino e eterno, era inadmissível suportar tal desordem.

Discussão:

- 1- A justificativa sobre como e por que mantem-se girando os planetas foi dada por Newton, através da sua Lei Gravitacional, a qual garante que os planetas permanecem em órbita.
- 2- Texto - "... os planetas giram em círculos perfeitos..."
conceito atual - Os planetas giram em elipses, na qual um dos focos é o sol.
- 3- Texto - "... o movimento dos planetas é composto com velocidades iguais..."
conceito atual - Para tentarmos definir o conceito atual, devemos levar em conta algumas considerações:

Devemos deduzir a relação dos períodos para discutirmos as questões acima.

$$F = \frac{m \cdot M}{R^2} \quad \text{Lei Gravitacional I}$$

$$F = m \cdot \alpha \quad \text{2º Princípio}$$

$$\alpha_c = \frac{v^2}{R} \quad \text{Aceleração Centrípeta}$$

$$F/m = v^2/R$$

$$v = 2 \pi R/T \quad \text{III}$$

substituindo teremos:

$$F = m \frac{4\pi^2 R^2}{T^2} \quad F = m \frac{4\pi^2 R}{T^2} \quad ||$$

$$m \frac{4\pi^2 R}{T^2} = G \frac{m M}{R^2} \quad \text{de I = II}$$

$$\text{daí, } T^2 = \frac{4\pi^2 R^3}{G M}$$

sendo que $\frac{4\pi^2}{GM}$ é uma constante, igual a um valor K por exemplo, teremos que $T^2/R^3 = K$

para vários planetas, com períodos T_1, T_2, T_3 , etc, podemos tirar:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3} \quad (*)$$

A razão dos quadrados dos tempos de rotação dos planetas é igual à razão dos cubos dos raios de suas órbitas.

Como as órbitas são diferentes, os períodos também o são. Pela equação III podemos concluir que as velocidades também são diferentes, o que contraria a idéia dos pitagóricos de que os planetas possuem velocidades iguais.

Na verdade, o caráter da Ciência antiga era muito mais teológica do que baseada nos reflexos da natureza. Todas as suas conclusões são justificativas de um sistema que não podia ser desmistificado, isto é: a perfeição dos céus.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. GEYMONAT, Ludovico - *Galileu Galilei* - Barcelona, Ediciones Península. pag. 136, 1a. edição.

(*) são as 1a. e 3a. Leis de Kepler

2a. Lei - O raio vetor que une os planetas ao Sol descrevem áreas iguais em intervalos de tempo iguais.

C₃ - CARACTERIZAÇÃO DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS DO 1º GRAU NO ESTADO DA BAHIA

ASSUNÇÃO, Teresinha Fróes - FACED - UFBA.

O estudo objetiva caracterizar o professor de Ciências do 1º Grau em exercício no sistema educacional do Estado da Bahia, segundo as competências exigidas pelo currículo dessa área a nível do 1º grau, partindo da hipótese de que existem coincidências e/ou discrepâncias entre o professor requerido e o professor em exercício. Para tal caracterização foi delineado um "modelo" teórico do professor de Ciências do 1º grau com base nos documentos legais - referentes ao currículo do 1º grau, especialmente da área de Ciências - e literatura selecionada sobre teoria de currículo, de modo mais amplo, e de currículos de ciências em desenvolvimento em diferentes países. O "modelo" delineado fundamenta-se no "tipo ideal" de Weber e se constitui num quadro conceitual para a interpretação de dados obtidos através de entrevistas. 81 professores em exercício no Estado da Bahia compuseram a população de entrevistas e suas respostas foram categorizadas em escalas nominais e interpretadas segundo o "modelo". Os resultados obtidos revelam que existem coincidências entre algumas das características e discrepâncias entre várias outras, dentre aquelas apontadas no "modelo" e aquelas obtidas através de respostas dos entrevistados. Os principais fatores identificados como responsáveis pelas discrepâncias encontradas são: as oportunidades oferecidas pelo processo de formação acadêmica a tais professores; a falta de informação, por parte dos professores, das competências que o sistema lhes exige; resistência dos entrevistados à adoção de princípios de integração e estruturação de currículos; não

atendimento, pelas escolas, às recomendações legais referentes ao desenvolvimento de currículos; falta de recursos e de condições organizacionais nas escolas, para o desenvolvimento de currículos planejados em conjunto e desenvolvidos de modo relacionado ou integrado.

C₄ – PROJETO DE FÍSICA APLICADA FUNDAÇÃO CENAFOR

Financiado com recursos de Projetos Prioritários dos Planos Setoriais da Educação 1972-1974 e 1975-1979 convênio PREMEN/CENAFOR/DEM.

Este projeto tem por objetivo elaborar um programa de física para alunos do 2º grau de 14 habilitações da área secundária.

O projeto envolve a elaboração de 7 unidades de física dividido em 32 módulos que podem ser compostos de acordo com a habilitação profissional pretendida pelo aluno.

A elaboração das unidades partiu da análise comportamental dos técnicos das 14 habilitações envolvidas.

Estão sendo elaborados material escrito de laboratório e audio-visual.

O projeto prevê uma primeira aplicação no 2º semestre de 1976.

Em 1974 o PREMEN (Programa de Expansão e Melhoria do Ensino, do MEC) e a FUNDAÇÃO CENAFOR (Centro Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal para a Formação Profissional) firmaram um convênio visando o desenvolvimento de um sub-projeto de ensino de Física no 2º grau, Programação Individualizada.

De acordo com o convênio firmado, o CENAFOR se propunha a elaborar textos para alunos, textos para professores e equipamento de laboratório envolvendo as seguintes áreas da Física: Mecânica, Eletricidade Básica, Física Ondulatória, Calor, Ótica, Estrutura da Matéria.

Tais materiais deveriam ser produzidos visando à aplicação na forma individualizada e para atender às diversas habilitações profissionais do 2º grau que exigem o ensino de Física. O projeto foi iniciado e o primeiro problema a ser enfrentado foi o da determinação do conjunto de habili-

tações profissionais que seriam atendidas.

Através de pesquisas quanto a número de cursos, de escolas, de alunos, de indústrias, de proporção de Física necessária, etc., chegou-se ao estabelecimento do elenco de habilitações a serem atendidas:

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1) Agrimensura | 8) Estradas |
| 2) Alimentos | 9) Mecânica |
| 3) Cerâmica | 10) Metalurgia |
| 4) Edificações | 11) Petroquímica |
| 5) Eletromecânica | 12) Química |
| 6) Eletrônica | 13) Telecomunicações |
| 7) Eletrotécnica | 14) Têxtil |

Daí passou-se à etapa de determinação do que faz cada técnico, no que a Física contribui para cada tarefa e o que de Física era necessário para sua formação: para isso, um grupo de físicos, técnicos, engenheiros e psicólogos visitou escolas, indústrias, entidades de classe a fim de levantar atribuições, comportamentos e conteúdo de Física de cada técnico.

Essa etapa resultou um conjunto de seqüências de conteúdo para cada habilitação e também um conjunto de habilidades que cabia à Física instalar no técnico, quando aluno.

A análise dessas seqüências de conteúdo permitiu que se isolassem pequenas seqüências comuns às diversas habilitações e permitiu ainda que se determinasse as unidades que deveriam ser escritas.

A Física foi dividida entãc em unidades. Cada unidade foi dividida em módulos e cada módulo apresenta por sua vez um conjunto de passos.

UNIDADE

MÓDULO

1. Mecânica

- a) Cinemática e Dinâmica de Translação
- b) Cinemática e Dinâmica de Rotação

- c) Equilíbrio Estático
 - d) Resistência dos Materiais
 - e) Mecânica dos Fluidos
 - f) Densimetria
 - g) Forças Intermoleculares
 - h) Viscosimetria
2. Termologia
- a) Termometria
 - b) Dilatometria
 - c) Mudança de Fases
 - d) Calorimetria
 - e) Transmissão de Calor - Fornos
 - f) Altas e Baixas Temperaturas
 - g) Termodinâmica
3. Física Ondulatória
- a) Ondas
 - b) Acústica
 - c) Espectrometria
 - d) Fotometria
 - e) Polarimetria
4. Ótica Geométrica
- a) Reflexão e Refração
 - b) Instrumentos de Ótica
5. Eletricidade Básica e Magnetismo
- a) Circuitos Básicos
 - b) Circuitos C A
 - c) Eletrólise
 - d) Princípios de Eletromagnetismo: máquinas e motores
 - e) Magnetismo
 - f) Efeitos Térmicos da Corrente Elétrica
 - g) Ondas Eletromagnéticas Aplicadas à Radio Recepção
 - h) Condutores e Isolantes
6. Radiações
- a) Radioisótopos
 - b) Raios-X
 - c) Laser

Dentro de um mesmo módulo, os passos podem ser usados em diversas seqüências possíveis, dependendo da habilitação.

Assim, papel especial cabe ao professor neste projeto, pois, em função de suas possibilidades e necessidades, ele irá escolher os módulos e os passos a serem usados.

Uma característica importante do material é o estabelecimento criterioso dos pré-requisitos para cada passo.

Cada módulo, por sua vez, compõe-se de textos para professores, textos para alunos, avaliações de cada passo, equipamento de laboratório projetado no Cenafor e construído com componentes disponíveis no mercado e recursos auxiliares como seqüências de diapositivos e transparências.

O material está sendo produzido e deverá estar concluído até meados deste ano.

O projeto prevê ainda o treinamento de professores, a aplicação do material para alunos e a revisão em função dessa aplicação e a publicação da edição definitiva.

Finalmente cabe uma referência à metodologia: embora a estrutura do material esteja baseada no método individualizado, o material pode ser usado com outra metodologia.

EQUIPE DO PROJETO

Antonio Carlos Bonini de Paiva, Antonio Lamartine Pailla Filho, Carolina Martuscelli Bori, Célia Augusta Marques, Eduardo Gonçalves Neto, Francisco Gialluisi, Ivete Palange, José Aluísio Gonçalves, José Roberto Cecatto, Lélia Prisczkulnik, Luiz de Oliveira Xavier, Maria Amélia Matos, Maria Cristina Dal Pian, Maria Hortência Fazzio, Maria Isabel Gonçalves Fiorotto, Mário Cyrne Bezerra, Marli da Costa Nery, Paulo Roberto Motejunas, Shiguero Mori, Wulf Wolkoff Neto.

C₅ – O ENSINO DE FÍSICA NA ESCOLA PROFISSIONALIZANTE SILVA, Carlos Alberto de Souza e

1.0 Ensino de Física na Escola Profissionalizante

2. Método de Pesquisa :Coletânea de dados através-

Entrevistas.

Foram feitas entrevistas com professores que ensinam física em escolas estaduais, foi demonstrado que atualmente o ensino de física nas escolas do 2º grau que mantêm cursos profissionalizantes tem decaído assustadoramente, principalmente por falta de recursos didáticos, pois as aulas de física se resumem em aulas teóricas de resoluções de problemas. Outro dos problemas é a falta de material humano especializado sem consciência do que é o ensino experimental e o papel que representa o laboratório no Ensino de Física.

Dentre os recursos materiais, a falta de material humano especializado é decorrente da baixa remuneração dos professores. Pois foi comprovado que nas escolas particulares e nas escolas federais, onde os professores são melhores remunerados, o nível de ensino de física é melhor: decorrente também dos recursos didáticos e o uso constante de laboratórios de física.

3.0 resultado das entrevistas nos cria uma grande preocupação pois o decréscimo do nível do ensino de física nas escolas do 2º grau é assustador; e a falta do uso do laboratório é uma das causas que muito contribui para essa situação crítica.

4. Conclusão - Pelo resultado da Pesquisa podemos concluir que se não procurarmos uma fórmula para resolução desse problema urgentemente, mais uma década e a educação irá à falência total-Uma das resoluções mais viáveis é fazer com que seja obrigado a todas as escolas que mantêm o curso básico colegial possuir laboratório de física.

C₆ – CONSIDERAÇÕES SOBRE A EXPERIÊNCIA EDUCACIONAL DOS GINÁSIOS VOCACIONAIS

VASCONCELOS, José D. T.; TERRAZZAN, Eduardo A.; SIGNORELLI, Vinicius T.; PIERI, Luis G. de e MACCHIA Claudi J. Ia – Alunos do curso de instrumentação para o Ensino de Física do IFUSP

A idéia do nosso trabalho sobre a experiência no Ginásio Vocacional surgiu na primeira palestra do curso de Instrumentação para o Ensino de Física I (1975), quando nas discussões foi abordado o problema do ensino profissionalizante. Notamos que a experiência do Ginásio Vocacional talvez se constituísse numa alternativa humanística para esse tipo de ensino, embora não tivéssemos certeza desse fato.

Pensamos então em fazer um trabalho de levantamento de informações, análise e divulgação da experiência do Ginásio Vocacional.

O ponto de partida foi a compreensão da proposição Filosófico - Pedagógica do Serviço de Ensino Vocacional, órgão autônomo da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, extinto em 1969.

A partir daí levantamos todo o processo de implantação de uma Unidade de Ensino Vocacional (Ginásio Vocacional), em uma dada comunidade; desde a caracterização desta comunidade, que visava dar ao conjunto de educadores uma visão global da realidade na qual o processo educativo se desenvolver, até como se dava a seleção dos candidatos e o planejamento do processo educacional como um todo.

A idéia do nosso trabalho sobre a experiência educacional no Ginásio Vocacional surgiu na primeira palestra do Curso de Instrumentação para o Ensino de Física, quando nas discussões foi abordado o problema do ensino profissionalizante. Notamos que a experiência do Ginásio Vocacional tal-

vez constituísse uma alternativa humanística para esse tipo de ensino, embora não tivéssemos certeza desse fato. Pensamos então em pesquisar e analisar o que foi esta experiência e dependendo dos resultados continuaríamos o projeto com o objetivo de sugerir uma linha de trabalho que seria uma contraposição às propostas de ensino existentes hoje no Brasil.

Inicialmente, enfocamos a experiência no ensino de Ciências e Física. Depois, verificamos que no tocante à Física a experiência foi menos intensa, não tendo sido concluída porque o colégio passou a integrar a rede de estabelecimentos de ensino oficial, mudando sua orientação filosófico-pedagógica (os motivos que levaram a esta mudança não serão tratados em nosso trabalho). Sendo assim restringimo-nos ao levantamento de informações, análise e divulgação da experiência do Ginásio Vocacional na área de Ciências.

Para obtenção de dados, realizamos contatos com educadores que vivenciaram a experiência e nesse processo nos foi informado sobre a dificuldade de acesso à documentação.

A partir dos contatos, notamos ser a experiência mais complexa do que imaginávamos e enfrentamos novos problemas, agora a nível de compreensão da proposta filosófico-pedagógica do Ginásio Vocacional (G.V.).

Para exemplificar, eis algumas das questões que tentamos responder: sabendo-se que todas as atividades dos alunos do G.V. tinham na área de Estudos Sociais a sua linha-mestra, como era planejado e executado o currículo de Ciências? Existia um programa mínimo, independente dos estudos feitos sobre os problemas levantados nas várias atividades que os alunos realizavam? Na tentativa de respondê-las, concluimos que as questões eram incorretas do ponto de vista conceitual. A nossa concepção de currículo - o conjunto de matérias que devem ser ministradas por uma escola durante um ano letivo-não passava de uma distorção do significado amplo da palavra, como veremos adiante.

Nesse momento, nossa proposta teve que ser novamente

reformulada, e passamos, então, a tentar compreender o conteúdo da proposta filosófico-pedagógica do Serviço de Ensino Vocacional (SEV), agora com alguma bibliografia.

O ENSINO VOCACIONAL

Para compreendermos o ensino vocacional e em particular as considerações que aqui faremos sobre esta experiência no setor educacional, é necessário primeiramente alguma idéia a respeito da proposição filosófico-pedagógica deste método de ensino.

"A proposição filosófico-pedagógica do SEV procura responder às necessidades de uma determinada realidade, considerando o homem como vivendo em um determinado contexto social, condicionado pela cultura e situando-se dentro desse contexto com possibilidades de criticá-lo e *transcender seus próprios condicionamentos*.

Nossa condição de educação parte pois, do homem concreto, situado num determinado contexto e é a busca de uma forma original de educação, que situe o homem brasileiro no processo histórico de desenvolvimento"¹.

É dentro desta visão que todo método usado no SEV é desenvolvido, tendo em vista os seguintes "objetivos educacionais": mostrar ao aluno que cada homem pode ser um cientista e que tudo aquilo que aparece realizado pelo homem, num primeiro momento foi descoberta científica (a aplicação da ciência leva à tecnologia).

Surgem daí conseqüências determinantes para todo o planejamento e concretização deste método. A primeira delas é sobre o processo de seleção em uma unidade de ensino vocacional (ginásio vocacional) numa dada comunidade. Trataremos deste ponto agora.

O processo de seleção em uma unidade de ensino vocacional numa dada comunidade:

Alguns anos depois do início da experiência, verificou-se a necessidade de fazer um estudo sócio-econômico onde o ginásio vocacional estava localizado para, a partir deste

estudo, determinar um método de seleção de candidatos já que os métodos que utilizam unicamente provas de escolaridade favoreciam os candidatos das classes mais privilegiadas.

O objetivo principal desse estudo era, delimitada uma certa área (o Brooklin, por exemplo), estudar todas as principais características sócio-econômicas dessa comunidade e, traçada uma curva sócio-econômica, tentar uma aproximação, o mais precisa possível, entre essa curva e a dos alunos matriculados no ginásio vocacional.

Para obter essa seleção eram usados os seguintes instrumentos:

1. Formulário (curso diurno) para a coleta de dados de identificação, dados sobre o nível sócio-econômico da família e a escolaridade do aluno.
2. Entrevista (curso noturno) para:

- Caracterização do candidato quanto ao nível sócio-econômico, faixa etária, local de residência e situação do emprego, ítems aos quais foram atribuídos pontos que, somados aos obtidos nas provas de escolaridade, serviram para a classificação final do candidato; a inclusão desse critério já foi pensada em termos de atenuar possíveis diferenças de escolaridade entre candidatos de níveis sócio-econômicos diversos.

- Caracterização do candidato quanto a aspectos mais pessoais (saúde, relacionamento com familiares e com grupos de idade, lazer, etc), para fins de orientação educacional e planejamento curricular.

3. Provas de escolaridade de Português, Matemática e Estudos Sociais, elaboradas com níveis diferentes (quantitativa e qualitativamente) para os candidatos aos cursos diurnos e noturnos, com a finalidade de avaliar, o mais objetivamente possível, a aprendizagem de conceitos e de conteúdos ao nível de 4º ano primário. Essas provas de escolaridade forneceram subsídios necessários mas não exclusivos para a classificação final do candidato¹².

NÍVEL SÓCIO-ECONÔMICO	SELEÇÃO POR PROCESSO TRADICIONAL	SELEÇÃO POR PROCESSO REESTRUTURADO	COMUNIDADE DE ESCOLARES
I	45,0%	18,4%	18,8%
II	48,3%	56,6%	56,6%
III	6,7%	25,0%	24,6%

Um outro ponto fundamental decorrente da posição filosófico-pedagógica do SEV é a interação da escola com a comunidade à qual pertence. Nesse sentido, quando alguma unidade do Ensino Vocacional era implantada em uma cidade, era feita uma análise da comunidade em questão, utilizando dados estatísticos de diversas fontes (IBGE, Prefeitura, Sindicatos, etc.) tentando-se caracterizar então esta comunidade para que se pudesse elaborar uma pesquisa, que seria feita entre as famílias de alunos dos quarto e quinto anos primários.

Esta pesquisa, que não é exatamente um estudo de comunidade, "visava dar ao conjunto de educadores uma visão global da realidade na qual o processo educativo iria se desenvolver". Este estudo ia sendo complementado por outros mais aprofundados, feitos com a clientela escolar dos primeiros anos dos cursos do primeiro ciclo dos ginásios que estavam sendo instalados.

Após dois anos da instalação do ginásio, era iniciada uma pesquisa entre as famílias dos alunos da escola, que eram denominadas "Receptividade de Currículo". Esta pesquisa dava então condições para se avaliar até que ponto as famílias se sentiam participantes do processo de educação, qual a imagem que a escola tinha perante essas famílias e qual a contribuição efetiva que a escola estava dando à comunidade.

Os dados coletados davam condições para fazer uma avaliação do currículo posto em execução e, se necessário, para determinar uma revisão do mesmo, "dando ao planejamento do Currículo uma dinâmica própria intimamente ligada com

as possibilidades da comunidade e das possibilidades de seu desenvolvimento".

Entende-se como currículo o conjunto de experiências, de atividades, de pesquisas propostas pela escola, visando o atendimento dos objetivos e incluindo-se os meios de sua avaliação.

Se voltarmos à proposição filosófico-pedagógico vemos aqui que o currículo tem que ser algo dinâmico que possibilite ao educando vivenciar um processo de educação que se renove a cada momento, atendendo a todas as necessidades decorrentes de uma realidade cultural na qual o educando está inserido.

Para que esse currículo correspondesse às necessidades de uma determinada comunidade, ele era definido levando-se em conta as características psico-pedagógicas e sociais (através dos métodos expostos anteriormente), além de uma avaliação do resíduo de aprendizagem no caso dos alunos ingressantes nas primeiras séries do ginásio vocacional.

As características psico-pedagógicas compreendem as maneiras como os educandos da comunidade em questão percebem, aprendem, compreendem, discriminam generalizam abstragem. E para a caracterização social da clientela são levados em conta seus valores, padrões, expectativas, aspirações, estilo de vida, imagem de sociedade, relacionamento professor-aluno, família e participação.

"Dada, porém, a dinâmica do próprio Curriculum, não se pode admitir a previsão de problemas a longo prazo. Isto o tornaria estático e criaria sérios impedimentos para que a realidade cultural, sempre renovada, se inserisse como conteúdo do processo educativo. O que importa pois, estabelecer, são as linhas mestras através das quais os problemas serão colocados, elas devem revelar uma grande identidade com os objetivos. Desta análise, surgiu nossa definição de "Core-Curriculum"³.

O "Core-Curriculum" era determinado em cada unidade de ensino vocacional, atendendo às necessidades da comunidade na qual estava inserido. Não era uma elaboração está-

tica, pois deveria estar pronto a levar em consideração os novos dados da realidade em constante movimento.

"O Core-Curriculum" é, pois, uma idéia ou um grande conceito que sintetiza a linha essencial dos objetivos na apreensão dessa cultura, que dinamiza todos os recursos do processo educativo e que significa a sequência de problemas dando-lhes a desejada unidade".

"A filosofia traduzida pelo "Core-Curriculum" deverá estar presente em todos os momentos da ação educativa. É preciso, também, que ela vá se tornando cada vez mais consciente, para os educandos. Desde as primeiras experiências, é necessário colocar o educando com condições de se situar. A consciência de participar de um processo com objetivos definidos e reconhecíveis leva o jovem a um estágio superior de consciência. Ele não é manipulado pela educação, passa a elaborar o processo"⁴.

Surge agora uma questão: como é planejado todo o trabalho educacional para que este dê ao educando condições de realmente participar do processo e chegar a atingir os objetivos e propostas estabelecidos no currículo e "Core-Curriculum"?

Para esclarecer a questão citaremos um trecho apresentado na XX Reunião Anual da SBPC.

"O Curriculum organizado integradamente, em função de uma idéia diretriz do processo educativo, o "Core-Curriculum", é desenvolvido no Ginásio Vocacional através de unidades pedagógicas que consistem em questão e problema em torno dos quais se organiza toda experiência educacional do aluno, num determinado período de tempo. Para que se possa atingir o grande conceito definido pelo "Core-Curriculum", os problemas propostos para serem submetidos à análise dos alunos devem ser de real interesse, de grande atualidade e devem ter entre si, uma íntima relação, de modo que cada um deles seja, de certa forma, suscitado pelo anterior e se abra num outro mais amplo. É proposta uma sequência de Unidades Pedagógicas, numa verdadeira linha evolutiva de estimulação do pensamento e da aprendizagem, contendo já, cada

uma delas, a idéia do "Core-Curriculum" e sendo a última, a síntese das anteriores".

A problemática apresentada para o aluno era determinada por todo corpo docente orientado pelos professores de Estudos Sociais e cada professor colocava as questões através de sua disciplina, sendo pois, que Estudos Sociais ocupava a posição de área-núcleo.

A Unidade Pedagógica inclui, então, todas as atividades do aluno no processo educativo; algumas delas são o estudo em grupo, estudo do meio, seminários, sessões de atualidade, etc.

Para que o processo fosse desencadeado, os professores colocavam um problema para a classe, que o discutia e tirava dele uma série de questões e propostas. Posteriormente, eles iriam discutir a "Plataforma de Trabalho" do bimestre para uma determinada classe.

Num primeiro momento, os alunos faziam um arrolamento de questões e propostas. Estas eram discutidas e trabalhadas pelo grupo de professores de todas disciplinas que, junto com os orientadores, direcionavam todo trabalho dos alunos no sentido de se atender aos objetivos e tarefas colocados no currículo e "Core-Curriculum".

Definida a plataforma, por parte dos alunos, cabia ao grupo de professores planejar todas as atividades que o aluno necessitaria para cumprir o que planejou dentro do estabelecido. É o momento de planejar a Unidade Pedagógica, considerando: objetivos a atingir, conceitos a serem elaborados, seleção dos conteúdos das diferentes áreas, técnicas de trabalho, instituições didático-pedagógicas que possibilitem as mais diferentes vivências, formas de avaliação do processo em execução.

No final de cada Unidade Pedagógica, era feita uma síntese do trabalho da classe, que podia ser apresentada de diversas formas: assembléias (com elementos de várias classes), sínteses gráficas sob a supervisão da especialista em recursos audiovisuais, ou ambas.

Mostramos agora um exemplo que tenta aclarar parte do

processo desencadeado numa Unidade Pedagógica:

*Relatório de Orientação Pedagógica, junho de 1962*⁵

"Tomando por base uma projeção de slides feita pelo professor de Ciências, na qual foram focalizados não apenas aspectos do Ginásio Vocacional sob vários ângulos, mas também aspectos da cidade de Americana, incluindo-se outras escolas, os alunos passaram a discutir sobre aquilo que haviam observado: a escola onde estudam, com o prédio ainda por terminar e com equipamento improvisado, ao lado das demais, já praticamente concluídas; os alunos de sua escola, em número de 81 apenas, contrastando com as demais. Outras duas escolas semelhantes à sua no Estado, apenas...

A partir destas constatações, passaram a solicitar aos professores informações sobre fatos que perceberam desconhecer e para os quais desejavam resposta: Quais as diferenças entre o Ginásio Vocacional e as demais escolas? Porque apenas mais dois Ginásios Vocacionais no Estado de São Paulo? Nossa escola poderá desenvolver sua atividade da mesma maneira que as demais?

Algumas dessas questões foram esclarecidas pelos professores e outras não. Travou-se um diálogo e as perguntas foram agrupadas pelos próprios alunos em categorias. Os professores estimularam uma síntese de tudo que fora discutido. Concluiu-se que as questões propostas faziam parte de um conjunto mais amplo: "O que é o Ginásio Vocacional? Como contribuir para equipá-lo?" É apenas um exemplo para primeira Unidade Pedagógica de primeira série; vários outros poderiam ser dados numa linha evolutiva de 1a. à 4a. série.

AVALIAÇÃO

Para o SEV, "a avaliação, considerada como processo, não pode se confundir com simples instrumento de medida; deve acompanhar todos os momentos do processo educativo, de forma altamente dinâmica. Sendo assim, deverá incidir sobre os objetivos propostos"³.

As etapas dessa avaliação se organizavam na seguinte ordem: avaliação da dinâmica do currículo envolvendo o edu-

cando, a ação do educador e os recursos utilizados; avaliação dos educandos no ajustamento pós-escolar, na medida em que esses dados auxiliavam a análise crítica do currículo desenvolvido; avaliação do índice de receptividade do currículo na comunidade onde o mesmo foi executado; avaliação das relações da ação pedagógica com os resultados do processo educativo.

Não só os educadores estavam envolvidos como agentes do processo de avaliação. O aluno era solicitado a auto-avaliar-se em todas as situações de que viesse a participar. Essa prática era desenvolvida como consequência da própria proposição filosófico-pedagógica do SEV: o educando era ao mesmo tempo objeto e sujeito da ação educativa.

Convém destacar que os educadores propunham a auto-avaliação do educando só a partir do momento em que estivessem conscientes dos objetivos propostos, das técnicas concretizadas na busca dos mesmos na ação cotidiana e do controle sistemático que deveria se operar no desempenho do processo de trabalho.

O TRABALHO EM GRUPO NOS GINÁSIOS VOCACIONAIS

O trabalho em grupo caracteriza todas as situações da vida escolar e constitui a técnica fundamental adotada nos Ginásios Vocacionais.

"Deste modo, se consegue planejar condições para que os três segmentos da estrutura escolar (o grupo de alunos, de professores e de pais), se percebam como participantes do mesmo processo - a escola, a educação, a sociedade e a História - com responsabilidade de atuação crítica e transformadora".

Através do trabalho em grupo, dá-se condições para o jovem de treino de participação social; paralelamente, ele adquire um conhecimento da realidade e forma visão objetiva dos fatos, por meio dos temas propostos na Unidade Pedagógica.

Finalmente, com capacidade de objetivar os fatos que lhe são apresentados e treinando numa participação social

consciente, o jovem pode então assumir seu papel de construtor da História, atuando no seu meio mais próximo.

"Assim, no processo de estudo são caracterizadas situações de estudo dirigido, de estudo supervisionado e livre e de estudo do meio. Os projetos, o acampamento, a Festa da Primavera, são situações que favorecem uma participação social mais espontânea, exigindo porém um nível de organização maior. As instituições didático-pedagógicas como a Cantina, a Cooperativa, o Escritório Contábil, o Banco e o Governo Estudantil, oferecem ao jovem oportunidade de vivência num grupo mais estruturado e onde ele assume um papel social perante a comunidade escolar".

Os grupos de ação comunitária surgem ainda como uma medida de socialização pois "checam" todo o treino de participação já vivido.

Deve-se notar que o adolescente participa ao mesmo tempo de grupos diversos dentro das atividades escolares, assumindo assim várias posições; cada situação vivida favorece seu amadurecimento pessoal social, pois exige do mesmo participação progressivamente mais consciente e responsável.

"É importante que a escola satisfaça a sociabilidade do jovem, fazendo desta fator positivo de construção. Para isto, é necessário que ele tenha uma visão crítica do mundo, uma visão de si como pessoa e treino de participação. Ele precisa perceber, objetivamente, que é através de sua organização grupal que ele se torna agente de construção".

"A medida que a sociedade brasileira vai definindo seu novo estilo de vida, à base da tecnologia, industrialização e urbanização, vamos percebendo, com intensidade cada vez mais flagrante, a importância de uma reformulação na educação. Reformulação que venha dar aos jovens a consciência social capaz de vitalizar a participação numa sociedade que, por sua própria natureza, pode levá-lo à alienação"⁶.

A formação de grupos no G.V. leva em conta vários critérios, segundo o tipo de grupo que se pretende formar.

Para a formação de equipes de trabalho, o método usado é o sociométrico. No acampamento a formação é mais

informal, espontânea. Encontramos uma estrutura de formação intermediária na situação de grupos para sondagem de interesses e aptidões, onde leva-se em conta a atividade. Já nas situações de constituições didático-pedagógicas, temos um mecanismo bem mais elaborado de participação.

Basicamente, todo grupo utiliza três fases no seu trabalho, respeitando-se porém suas características próprias:

- a) planejamento: Clareza na proposição a ser levada é o fator fundamental, sem o que a formação do próprio grupo está ameaçada. A tarefa do professor nesta fase é criar condições para que o trabalho do grupo seja criativo e se dirija aos objetivos.
- b) execução: Fase em que cada equipe e cada aluno dentro de sua equipe assume a posição que lhe ficou conferida.
- c) avaliação: Nesta fase, usando técnicas diversas, consegue-se fazer com que cada aluno perceba o grupo, seus colegas e finalmente ele próprio dentro do grupo.

O trabalho em grupo é usado inclusive no planejamento, execução, e avaliação das atividades escolares pelos orientadores e professores. Os educadores mantêm um contato permanente entre si e participam conjuntamente da construção da vida escolar.

No contato com a família também é usada a técnica do trabalho em grupo, através de cursos de pais, grupos de estudo, assembléias, ou reuniões com professores; nestes contatos, os pais são levados a participar da vida da escola e se percebem como participantes da educação dos seus filhos, pois descobrem que a educação é um processo permanente e que isto é fundamental numa sociedade em transformação.

CONCLUSÃO:

Considerando a proposta apresentada frente à situação do ensino médio no Brasil, vemos como pontos essenciais para iniciar um processo de solução destes problemas:

1. A rediscussão do conceito de CURRÍCULO, não o encarando simplesmente como uma listagem de matérias, mas sim como

sendo o conjunto de experiências, de atividades, de pesquisas propostas pela escola, num processo dinâmico que vise o atendimento dos objetivos e inclua os meios de sua avaliação.

2. Os currículos propostos em cada comunidade onde houver uma escola deverão corresponder às reais necessidades desta e, para isso, esses currículos devem ser constituídos a partir da problemática de cada comunidade, sua condição sócio-econômica, considerando seus valores culturais.
3. Em termos específicos do ensino de ciências ou de física, consideramos que os projetos que atualmente os educadores têm feito para responder aos atuais problemas do ensino não obterão sucesso se não levarem em consideração o sistema educacional como um todo e uma visão de currículo como a colocada acima.

Não será a sofisticação ou mesmo a simplicidade de um projeto isolado de ensino que resolverá os atuais problemas educacionais. Somente a partir de uma nova visão do que é processo educativo (cuja definição nós sugerimos que se dê tendo em vista a proposição filosófico-pedagógica do SEV) e através de uma prática coerente com esta visão, os educadores terão condições de formular alternativas que tentem solucionar os atuais problemas educacionais brasileiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E CONSULTAS

1. Do artigo da revista *Ciência e Cultura*, vol.22,nº2,1970: *"A Pesquisa da Comunidade como um dos Elementos de Planejamento de Currículum no SEV"*.
2. Mesma revista, artigo: *"Realidade Sócio-Econômica como Fundamentação do Processo de Seleção nos Ginásios Vocacionais do Estado de São Paulo"*.
3. Do artigo da revista *Ciência e Cultura*, vol.20,nº2,1968: *"Simpósio sobre Ensino Vocacional"*.
4. Idem.
5. Da tese de doutoramento do Prof. Newton Cesar Balzan.
6. Apostilas do SEV, mimeografado.
Maria da Gloria Pimentel e Áurea C.Sigrist, *"Orientação Educacional"*, 2a. edição.

C₇ – PRÉ-REQUISITOS DE ALUNOS INGRESSANTES NO 2º CICLO
BITTENCOURT, Diomar da Rocha Santos – Instituto de Física – USP

Foram aplicados no início de 1975 testes de pré-requisitos e alunos ingressantes no 2º ciclo, em aproximadamente 30 classes dos períodos noturno e diurno de 6 colégios de São Paulo.

O teste foi muito simples, constando basicamente de um teste de leitura e interpretação de uma notícia de jornal, resolução das quatro operações com números fracionários e decimais, resolução de equações do primeiro grau, interpretação de expressões matemáticas, transformações de unidades de distância e tempo e problemas de aplicação de "regra de três".

Os resultados serão apresentados e discutidos.

Foram aplicados no início do ano letivo de 1975, provas a alunos ingressantes no 2º grau em aproximadamente 30 classes dos períodos noturno e diurno de cinco colégios da rede oficial e um particular(*) da Grande São Paulo.

A prova constou basicamente da resolução das quatro operações aritméticas com números fracionários e decimais, resolução de equações do primeiro grau, interpretação de expressões matemáticas, transformações de unidades de espaço e tempo, problemas de aplicação de "regra de três" e leitura e interpretação de uma notícia de jornal(**).

Os alunos submetidos às provas pertenciam a colégios de diferentes regiões geográficas e sociais da Grande São Paulo.

Um desses colégios está localizado no Jardim das Bandeiras, no bairro residencial de Vila Madalena, na Zona Oeste da cidade, com a maioria de seus professores concursados, frequentado no período diurno pela classe média alta;

(*) O colégio particular foi futuramente excluído da pesquisa por razões que serão vistas adiante.

(**) Essa prova foi formulada em colaboração com A.G.Violin.

tempo por t , o produto de força por intervalo de tempo é indicado por $\frac{\quad}{\text{(complete)}}$.

8a. Questão: Escreva em palavras a sentença matemática $e = v \cdot t$ onde e representa espaço, v velocidade e t tempo.

9a. Questão: Complete as frases abaixo:

- a) 1 metro corresponde a centímetros
- b) 1 quilômetro corresponde a metros
- c) 1 centímetro corresponde a milímetros

10a. Questão: Complete as frases abaixo:

- a) 1 hora corresponde a minutos
- b) 1 minuto corresponde a segundos
- c) 1 segundo corresponde a minuto

11a. Questão: Um operário diarista trabalha durante 20 dias e recebe Cr\$ 480,00. Quanto receberia esse operário se trabalhasse somente durante 12 dias?

12a. Questão: Em um mapa do Estado de São Paulo, a distância em linha reta entre as cidades de São Paulo e Ribeirão Preto é de 5,60cm. Qual é a distância real entre essas duas cidades, sabendo-se que o mapa foi desenhado em uma escala tal que 1cm corresponde a 50km?

Teste de Leitura

Leia o texto abaixo, extraído do jornal *O Estado de São Paulo*, e responda as questões de números 1 a 9 nos lugares indicados.

FOGUETES RUSSOS PREOCUPAM E.U.A.

WASHINGTON- O secretário da Defesa dos Estados Unidos, James Schlesinger, ressaltou, em seu relatório anual sobre a defesa, que o ministério da Defesa americano está surpreendido e preocupado com "o esforço maciço da União Soviética no aperfeiçoamento de foguetes". Schlesinger acrescentou que os soviéticos dedicam-se "ao desenvolvimento de um grande número" de foguetes de ogivas múltiplas, "que poderiam ser uma ameaça para os bombardeios e foguetes ba-

lísticos intercontinentais norte-americanos".

O relatório ressalta que essa ameaça se acentuará se a União Soviética triplicar seu arsenal de foguetes, jogando com as verbas de orçamentos militares recordes, num montante de 85 bilhões e 800 milhões de dólares. Schlesinger advertiu a União Soviética das consequências de um cálculo errôneo, como o de esperar uma vantagem diplomática do desenvolvimento de tais foguetes, afirmando: "Pressão, confronto e crises resultariam facilmente de um cálculo errôneo dessa natureza".

Levando em consideração um eventual malogro das negociações sobre a limitação de armas nucleares estratégicas, Schlesinger sugeriu um programa de investigação militar em resposta ao desenvolvimento dos foguetes soviéticos. Afirmou também que, durante a guerra entre árabes e israelenses, em outubro do ano passado, "a conduta da União Soviética demonstrou que a distensão não é a única e, em certos casos, a principal política soviética".

1a. Questão: Qual a atividade soviética que está preocupando o ministério da Defesa americana, segundo Schlesinger?

2a. Questão: Quais os tipos de foguetes que a União Soviética está desenvolvendo atualmente?

3a. Questão: A que aparelhos norte-americanos esses foguetes constituem uma ameaça?

4a. Questão: O que irá acontecer, segundo o relatório, se a União Soviética triplicar seu arsenal de foguetes?

5a. Questão: Qual o montante da verba dedicada pela União Soviética ao seu orçamento militar?

6a. Questão: Qual seria um dos cálculos errôneos que a União Soviética poderá fazer em consequência do desenvolvimento de tais foguetes?

7a. Questão: No caso de um malogro nas conversações sobre a limitação das armas estratégicas, o que sugere Schlesinger?

8a. Questão: Segundo Schlesinger, o que ficou demonstrado

pela conduta da União Soviética durante o conflito ocorrido em outubro de 1973 entre árabes e israelenses?

9a. Questão: Escreva abaixo as palavras da notícia do jornal que você não conhece o significado.

RESULTADOS

O total de alunos submetidos à prova foi 988. Desse total foram corrigidas 298 provas consideradas como representativas da amostra. Essas provas foram selecionadas da seguinte maneira: de cada colégio foi escolhida arbitrariamente (*) uma classe de cada período com aproximadamente 40 alunos; para completar perfeitamente o número 40 foram "emprestadas", do mesmo colégio e do mesmo período, algumas provas. Dessa maneira foram constituídas 7 classes de 40 alunos da rede oficial e 1 classe de 18 alunos do ensino particular, distribuídas da seguinte forma:

Colégio de Vila Madalena: 1 classe diurna;

Colégio do Piqueri: 1 classe noturna;

Colégio de São Caetano: 1 classe noturna;

Colégio de Santo Amaro (part.): 1 classe diurna;

Colégio de Santo Amaro : 1 classe diurna e 1 noturna;

Colégio de Vila Prudente: 1 classe diurna e 1 noturna;

O critério de correção das questões foi o seguinte: foram consideradas apenas questões completamente certas (C), erradas (E), e não respondidas (X); questões "meio-certas" foram consideradas erradas.

Corrigidas todas as provas, os resultados foram tabelados para cada classe, por aluno e por questão, como mostra, por exemplo, a figura 1 onde as linhas horizontais indicam o desempenho de cada aluno em todas as questões e as colunas verticais o desempenho de todos os alunos em cada questão. Os números dos alunos colocados na primeira coluna são uma numeração interna de pesquisa e não correspon-

(*) apesar de arbitrária, procurou-se não escolher classes só de repetentes ou com outra característica que pudessem falsear resultados.

dem à numeração oficial dos alunos.

Como primeira consequência desse trabalho, tomou-se a decisão de excluir o colégio particular de Santo Amaro, conhecido como de bom nível, da computação dos dados devido à displicência e possível falta de interesse dos alunos em responder as questões; muitos não responderam às questões de leitura, iniciaram a prova pela quarta questão, resolveram apenas um item de cada questão.

A partir das tabelas das sete outras classes pertencentes somente a colégios estaduais foram obtidos os índices percentuais de questões certas, erradas e não respondidas do grupo de 280 alunos (figura 2), e os histogramas do número de alunos em função do número de questões certas para o grupo total de 280 alunos (figura 3) e da melhor e da pior classe (Vila Madalena diurna e Vila Prudente noturna) (figura 4).

Da figura 2, podemos tirar as seguintes conclusões:

- a) As questões 1C, 2C, 3C e 4C mostraram que aproximadamente 35% dos alunos não souberam efetuar operações com frações, sendo que 50% tiveram mais dificuldades com a divisão.
- b) As questões 3A, 3B, 4B e 4C mostraram que aproximadamente 45% dos alunos não souberam multiplicar e 75% não souberam dividir números decimais. Nesses casos o erro mais comum foi o número correto de casas decimais e o algaritmo da divisão.
- c) As questões 5A, 5B e 5C trataram da resolução de equações de 1º grau. A questão 5A, apesar de simples ($4=2Y$) obteve 27% de insucessos; 5B ($8=4 + 4Y$) obteve 38% e 5C quase 60% de insucessos.
- d) As questões 6, 7 e 8 trataram da interpretação de expressões matemáticas e a apresentaram dificuldades pelo menos para 46% dos alunos. A questão 8, que foi respondida corretamente por 77% dos alunos, mostrou respostas como "o espaço percorrido por um corpo em movimento uniforme é igual ..." indicando a utilização de conhecimentos anteriores de ciências e não a capacidade de utilizar ex-

pressões matemáticas.

- e) As questões 9A, 9B e 9C mostraram que 10% dos alunos não souberam quantos centímetros correspondem a 1 metro, 15% quantos metros correspondem a 1 quilômetro e 34%, quantos milímetros correspondem a 1 centímetro.
- f) As questões 10A, 10B e 10C mostraram que 5% dos alunos não souberam quantos minutos tem a hora, 10% quantos segundos tem o minuto e 69% (!) não souberam expressar 1 segundo em minutos.
- g) A questão 11 é um problema simples de redução a unidade mas 38% não o resolveram.
- h) A questão 12 é um problema de "regra de três" e utilização de escala; 67% não o resolveram.
- i) As questões seguintes (L_1 a L_9) foram de leitura. Apenas L_4 causou mais dificuldades (46% de acertos) o que deve ser creditado ao seu sentido ambíguo, principalmente. Infelizmente, da maneira como foram formuladas, essas questões indicaram apenas a leitura do texto e não sua interpretação e entendimento. As palavras mais citadas como desconhecidas pelos alunos foram: malogro, ogivas, balístico, distensão, errôneo, arsenal, montante, etc.

Além dessas observações, a figura 3 permite ainda as seguintes:

- j) O valor médio da distribuição foi de 23,6 acertos para o grupo de 280 alunos.
- k) Apenas 4 alunos acertaram todas as questões (1,5%).
- l) 26 alunos acertaram mais que 30 questões (9,3%).
- m) O número mínimo de acertos foi 10 questões; 4 alunos (1,5%) acertaram menos que 14 questões.
- n) A distribuição parece ser a superposição de duas outras, uma com valor médio de aproximadamente 19 acertos e outra em 29. A figura 4 parece confirmar essa suposição e indicar que a metade direita do histograma de 280 alunos provém das melhores classes (Vila Madalena e Santo Amaro diurna) enquanto que a metade esquerda das piores (Vila Prudente noturna e Piqueri)..

EXEMPLO DE TABELA DE RESULTADOS POR ALUNO E POR QUESTÃO

COLÉGIO ESTUDUAL - SANTO AMARO

CLASSE 1º O (NOTURNO)

DATA = 20/2/1975

PROF.

Nº DE ALUNOS 40

DBS. MISTA

ALUNO	QUESTÃO																												C	E	X												
	1 A	1 B	2 C	2 A	2 B	2 C	3 A	3 B	3 C	3 A	3 B	3 C	4 A	4 B	4 C	4 A	4 B	4 C	5 A	5 B	5 C	6	7	8	9	9	9	9				0	0	0	1	2	1	2	1	2	3	4	5
1	C	C	E	C	C	E	C	C	C	C	E	E	E	C	X	X	E	X	X	E	C	E	C	C	X	E	E	C	C	C	E	C	C	C	C	C	C	X	17	11	6		
2	C	C	E	C	C	E	E	E	E	X	X	X	E	E	E	C	E	C	C	C	C	C	C	C	C	E	E	X	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	19	11	4	
3	C	C	C	C	C	C	C	C	C	E	E	X	C	C	X	C	X	C	C	C	E	C	C	C	E	E	C	E	C	E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	24	7	3	
4	C	C	E	C	C	X	E	E	E	E	X	X	E	E	E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	E	C	C	E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	X	X	19	10	5	
5	C	C	C	C	C	C	E	E	C	E	C	C	C	E	E	C	E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	28	6	0	
6	C	C	C	C	C	C	C	C	E	C	X	X	X	E	E	X	C	C	C	C	C	E	E	E	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	19	10	5	
7	C	C	C	C	C	E	E	E	E	E	X	X	X	X	X	C	X	C	C	C	E	C	C	X	E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	20	7	7	
8	C	E	E	C	C	E	E	E	E	X	X	X	E	E	X	C	X	C	C	C	E	C	C	X	X	X	C	E	E	E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	14	12	8	
9	C	C	C	C	C	C	E	C	E	X	E	C	C	C	X	X	C	C	E	C	C	E	C	E	C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	17	5	12		
10	C	E	C	C	E	E	E	C	C	C	E	E	C	E	E	E	X	X	C	C	C	C	X	E	C	C	C	E	C	X	C	C	C	C	C	C	C	C	20	10	4		
11	C	C	C	C	C	C	E	E	E	E	E	X	C	C	E	C	E	C	C	C	C	C	C	C	C	E	C	C	C	E	C	C	C	C	C	C	C	E	C	23	10	1	
12	C	C	C	C	C	C	E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	E	E	C	C	E	E	C	C	C	E	E	C	C	E	C	C	C	C	C	C	C	E	C	25	9	0	
13	C	C	C	C	C	C	C	C	E	C	C	E	C	C	C	E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	E	C	C	C	E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	30	4	0	
14	C	C	C	C	C	C	C	C	E	C	E	C	E	C	E	E	C	C	C	C	C	C	E	C	E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	28	6	0	
15	C	C	C	C	C	C	C	C	C	E	C	C	C	C	E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	E	C	C	C	E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	30	4	0	
16	C	C	E	C	E	E	C	E	E	E	C	C	C	E	C	C	X	C	C	C	E	C	E	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	24	9	1	
17	C	E	E	C	E	E	E	E	C	X	X	X	C	X	X	E	E	X	C	E	E	C	E	C	E	C	C	E	C	C	E	C	C	E	C	C	E	C	C	E	14	14	6

20 C C C E C C E E E E E C C C E C E C C C C C C C E E C C C C C C C E 23 11 0
 21 C C C C C C C C C C C E X C C E E E C C C C C C C C E C C C C C C C C C 29 4 1
 22 C C C C C C C E E E E C C C C C C X C C C C E E E C C C C E C C C C 25 8 1
 23 C E C C C C E C E C C C C C C B E X C C E C C C C E C C C E C C C C C 25 8 1
 24 C C E C C E E E E C E E E C C C C C E C C C E C C E X C C C E C C C C 23 10 1
 25 C C C C C C C C C C E C C C E E E X C C C C C C C C C C C C C C C C C 29 4 1
 26 C E E X X X X X E E E E C X C X C C C C X X X C C C X X X X X X X 10 6 18
 27 C C C C C C C C C C E C C E E E E C C C C C C E C E E C C E C C C C 25 9 0
 28 C C E C C E E E C E E C C E X E E X C C C C X C E C C C X C X X C 19 10 5
 29 C C C C C C C C C E E C C C E E E C C C C C E C E C C C E C C C C 26 8 0
 30 C C C C C C E E E E E E E C C C C C C C C C E E E C C C C C C C E 23 11 0
 31 C E C E C E C E E E E X C C E C C C C C C C E E C C C C E C C C C 22 11 1
 32 C C C C C C C C C C C C C C C C C E C C C C C C C C C C C C C C C 33 1 0
 33 C C C C C E C C C E C X C E X C C C C E E C C E C C C E E X C C C C 23 8 3
 34 C C E C C E C C C C E C E C E C E E C C E C C E E C C E E E C C C E 20 14 0
 35 C C E C C E C C E E E E C 28 6 0
 36 C C C E C C C C C E C C C C C X X C C C E C C E C X C C X X X X X X 21 4 9
 37 C C E C C E C C E C E E X X X E X C C C C C E C E X X X X X X X X 14 8 12
 38 C C C C C C C E C E C C C C C E X C C C C C C C E C C C E C C C C 28 5 1
 39 C C C C C C C C E E X C E C X X X E C E C C X C E C C C C C C C C 23 6 5
 40 C C C C C C C C C E E C C E E E C C C C E C C E C C C C C X C C C C 26 7 1

C	4	3	2	3	3	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	2	3	3	2	3	3	1	2	1	3	3	3	1	3	3	3	2
	0	4	8	6	6	2	4	2	6	0	3	9	9	2	5	2	2	8	7	7	5	8	6	8	3	6	4	3	3	4	6	7	4	7
E	0	6	1	3	3	1	1	1	1	2	2	9	8	1	1	1	1	2	2	3	1	1	3	1	1	1	4	4	3	1	0	1	0	7
			2			6	5	7	3	7	0			3	6	5	6			4			5	6	8					9				
X	0	0	0	1	1	2	1	1	1	3	7	1	3	5	9	3	1	1	1	0	1	1	1	1	7	1	6	2	3	4	7	4	6	6
											2						2																	

FIGURA 1

COMENTÁRIOS

O objetivo da aplicação dessa prova foi obter dados quantitativos sobre alguns pré-requisitos na verdade, os *pré-requisitos mínimos* de alunos que iniciaram o curso de Física no 2º grau. A prova poderia ser mais difícil, mas uma prova simples e curta poderia ser resolvida em apenas uma aula, o que de fato ocorreu para grande parte dos alunos.

Para a maioria dos professores, as dificuldades dos alunos aqui apresentadas não serão novidade; surpreendentemente, talvez, seja o *nível* dessas dificuldades. Nesse caso, fica clara a necessidade de saber os pré-requisitos dos alunos para o planejamento e execução de um curso, para não se correr o risco de malogro.

As causas que levaram a essas dificuldades são um ponto de reflexão para todos os professores.

O autor agradece a colaboração dos colégios pesquisados.

RESULTADOS PORCENTUAIS DA PROVA DE PRÉ-REQUISITOS

	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6	7
C	92,9	87,9	65,4	91,4	86,4	61,8	55,4	51,9	65,4	23,9	27,9	47,9	73,2	62,1	41,4	67,5	53,6
E	6,4	10,4	31,8	6,8	10,0	30,4	38,6	41,1	27,5	51,8	42,9	18,6	15,4	26,4	35,7	23,6	24,9
X	0,7	1,7	2,8	1,8	3,6	7,8	6,0	7,0	7,1	24,3	29,2	33,5	11,4	11,5	22,9	8,9	21,4

Número de alunos: 280

	8	9A	9B	9C	10A	10B	10C	11	12	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
C	77,1	90,4	85,4	65,7	95,4	90,0	31,4	62,1	43,0	94,6	86,4	90,0	46,1	96,8	86,5	88,9	84,6
E	4,3	6,0	10,4	27,5	2,1	7,1	40,4	26,8	27,0	3,6	9,7	5,4	43,9	1,1	6,4	1,7	6,1
X	18,6	3,6	4,2	6,8	2,5	2,9	28,2	11,1	30,0	1,8	3,9	4,6	10,0	2,1	7,1	9,4	9,3

certas (C), erradas (E), não respondidas (X).

FIGURA 2

HISTOGRAMA DE ACERTOS

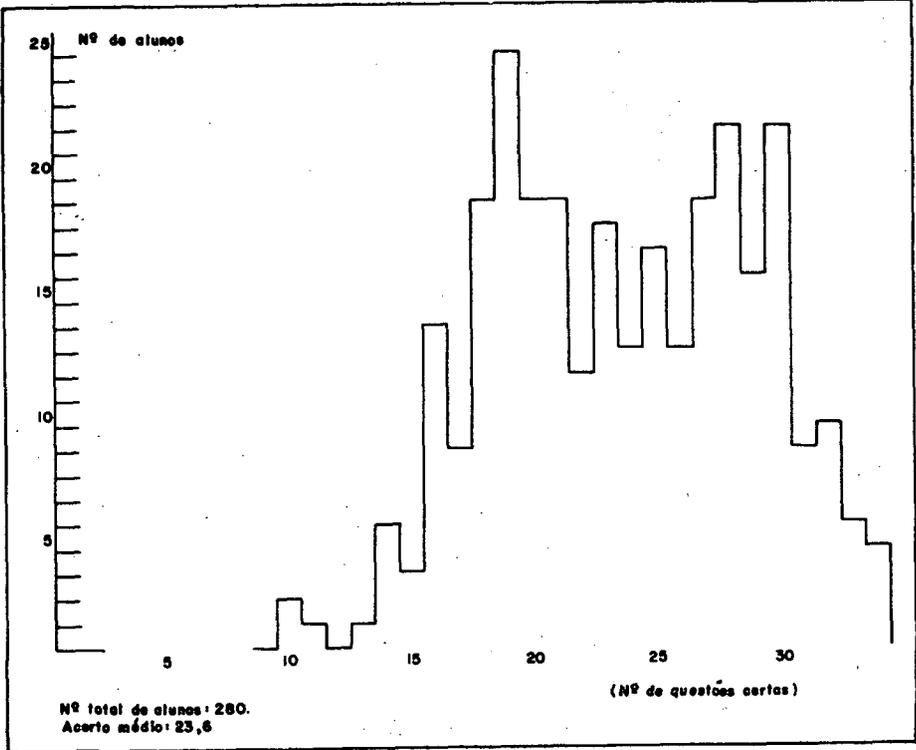


FIG. 3

HISTOGRAMA DE ACERTOS DA MELHOR E PIOR CLASSE

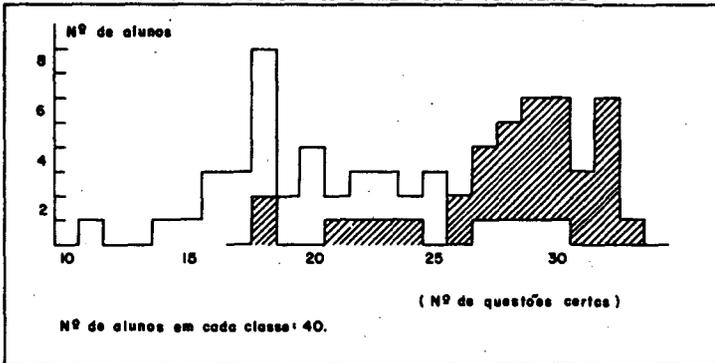


FIG. 4

C₈ – OTIMIZAÇÃO DE UM PROGRAMA DE ENSINO A PARTIR DA ANÁLISE DA SEQUÊNCIA DAS ATIVIDADES PROPOSTAS

PACCA, Jesuina Lopes de Almeida – Instituto de Física – USP

O Projeto de Ensino de Física (PEF)* para o curso secundário, foi elaborado tendo em vista objetivos de conhecimento e de algumas habilidades específicas requeridos de um aluno que termina o secundário e que irá, ou não, continuar um curso de ciências.

Terminado o Projeto, e sendo ele utilizado em algumas escolas, sentimos a necessidade de uma avaliação objetiva do programa o que levaria possivelmente a uma revisão posterior, procurando sanar falhas na programação ou modificando seu conteúdo.

Assim, passamos a analisar detalhadamente a sequência do programa, identificando cada passo do encadeamento e os objetivos finais a que ele leva.

Quando da elaboração do Projeto, a sequência lógica do conteúdo foi subdividida em unidades e, cada unidade, em passos de complexidade crescente.

A análise do programa foi feita tendo em vista identificar, para cada passo, os elementos necessários para produzir a resposta do aluno: as condições dadas pelo programa, que constam de informações escritas e material experimental; as atividades, propostas pelo texto e as respostas do aluno, verbalizadas e completando o próprio texto. As respostas corretas, impressas no texto, dão ao aluno a possibilidade de auto-avaliação.

Identificados alguns dos objetivos comportamentais, procuramos através de testes com alunos, verificar se os objetivos foram realmente atingidos.

Resultados preliminares dos testes, mostraram

*"O Projeto de Ensino de Física", E.W.Hamburger, descrito no Boletim nº 1 da Sociedade Brasileira de Física, janeiro 1973.

que algumas respostas dos alunos sô foram emitidas, após o fornecimento no teste, da sequência de informações dadas pelo programa.

Este resultado nos leva a propor uma revisão aumentando a linearidade da programação bem como reduzindo seu conteúdo inconsequentemente.

C₉ – PROJETO PARA O ENSINO PROFISSIONALIZANTE DE ELETRÔNICA – PEPE

ALMEIDA, M. J. P. M; LEITE, N. G; MANIAKAS, S; PACHECO, D; RIBEIRO, V. S. L. – FUNBEC – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências.

Pretende-se apresentar as idéias básicas do Projeto PEPE, que se encontra em fase inicial de execução. O referido Projeto foi desenhado com base em estudos da Lei 5692/71 e respectivos Pareceres como também na análise do ensino profissionalizante de 2º grau, realizada junto a escolas, organismos oficiais, indústrias privadas e companhias de serviços.

São indicadas as razões da escolha das habilitações afins atingidas, em diferentes graus, pelo Projeto: Mecânica, Eletrodinâmica, Eletrotécnica, Eletrônica, Instrumentação e Telecomunicações.

O Projeto se propõe a produzir material didático (impresso e experimental) para cerca de 560 horas de trabalho-aluno.

Será feita uma descrição do Projeto quanto aos objetivos educacionais, metodologia, conteúdo do currículo e população à qual se destina.

Metodologia

4 COMUNICAÇÕES

Sessão E, 27/01/76
Sessão H, 29/01/76

**E₁ – O QUE FOI O CURSO PERSONALIZADO DE FÍSICA 3-4
(1975) no IFUSP**

CESAR, Ruth de O.; FAGUNDES, Aluísio; BOUÉRES, Luiz Carlos S. e os
Monitores do C. P. I. de Física 3-4 (1975)

Instituto de Física – USP

Os autores descrevem a aplicação do Método de Keller (C.P.I.) ao ensino de Física no 2º ano do curso básico na USP. Neste curso, oferecido em caráter experimental a apenas 1 turma (cerca de 30 alunos voluntários do curso de Física) foram respeitados aspectos éticos inerentes à utilização de 1 turma real, procurando-se manter condições controladas necessárias a uma experiência de ensino. O conteúdo do curso foi praticamente igual ao do curso tradicional, diferindo mais na parte prática (veja outra comunicação de parte dos autores a este simpósio: "O Laboratório do Curso Personalizado de Física 3-4 (1975) no IFUSP"). O livro texto principal foi também o mesmo - "Física: Um Curso Universitário", Alonso-Finn, vol. II. Focalizaremos aqui os seguintes tópicos:

1. Seleção de Monitores
2. Preparação de Monitores
3. Organização do Curso
4. O Programa de Física 3 e de Física 4: a) Objetivos Gerais; b) Divisão do Conteúdo em Unidades e Passos; c) Objetivos específicos
5. Guias de Estudo
6. Atividades dos alunos: a) Leituras; b) Aulas de Discussão; c) Aulas de Fechamento de Unidade; d) Seminários; e) Aulas de demonstração (Prateleira); f) Filmes e Loopes.
7. Avaliações

8. Avaliação preliminar do Programa: a) Guias de estudo; b) O livro texto; c) Atividades dos alunos

9. Conclusões

Os autores aplicaram o Método Keller ao ensino de Física no 2º ano do curso básico na USP, para uma investigação sobre a adequação do conteúdo do Eletromagnetismo e da Óptica nos atuais cursos básicos e determinação de níveis viáveis de abordagem, através das avaliações controladas, - passo por passo, característica desse método de ensino.

ORGANIZAÇÃO DO CURSO-EXPERIÊNCIA

Os responsáveis pelo curso foram os professores Ruth O. César, coordenando o curso-experiência, Luiz Carlos Bouêres, organizando o Laboratório, Aluísio Fagundes, orientando a parte teórica de Física 3. Foi um curso oferecido a apenas 1 turma (cerca de 30 alunos voluntários do curso de Física); nele foram respeitados os aspectos éticos inerentes à utilização de uma turma real, ao mesmo tempo que se mantinham condições controladas, necessárias a uma experiência de ensino.

PREPARAÇÃO DOS MONITORES

É notória a importância do papel dos monitores(alunos) num curso dessa natureza, mormente com finalidade de pesquisa. A sua atuação deve ser consciente, de modo a tornar fidedignas as suas observações, cujo registro é a base de boa porção da experiência. Assim, convocamos candidatos à monitoria e selecionamos estudantes, na maioria 3º anistas do IFUSP, para assistirem a um curso de preparação intensiva sobre a atuação do monitor dentro de um curso personalizado. As psicólogas Eda Tassara e Maria Benedita Pardo, especializadas nesse setor, ministraram o curso, de uma semana, um mês antes do início das aulas.

ALGUNS DETALHES DA ORGANIZAÇÃO

Inscreveram-se 37 alunos no curso personalizado de Física

sica-3 e 32 alunos no de Física-4.

Os alunos eram atendidos nos seguintes horários: 2^a, das 10 às 12 h; 4^a, das 8 às 10 h; 6^a, das 8 às 12 h (laboratório ou técnica); e sábado, das 10 às 12 h. Assim, em relação ao curso tradicional, as aulas teóricas eram em mesmo número de horas, mas as de laboratório eram em dobro.

Professores e monitores reuniam-se semanalmente durante no mínimo 2 horas. Nessa importante atividade, discutia-se a burocracia e o andamento do curso; debatíamos os guias em preparo e a sua adequação aos objetivos do curso, bem como o desempenho dos alunos nos passos em andamento; analisávamos o desempenho dos monitores e professores na aplicação dos critérios de desempenho dos alunos, bem como da adequação do registro desses dados. Assim, a programação foi checada trecho por trecho. Eventualmente alguma nova atividade era indicada aos alunos.

O PROGRAMA DE FÍSICA 3-4

Objetivos Gerais

O objetivo terminal da parte teórica do curso é: identificar e analisar fenômenos físicos hipotético-dedutivamente, a partir de conceitos, princípios e modelos físicos, utilizando técnicas matemáticas de cálculos.

O aluno deve conseguir isso paulatinamente, isto é, cumprindo os objetivos intermediários seguintes:

1. Caracterizar as propriedades dos conceitos físicos e definir grandezas físicas.
2. Enunciar leis físicas.
3. Deduzir leis umas das outras.
4. Relacionar grandezas e representá-las em unidades coerentes.
5. Descrever um fenômeno em termos de grandezas físicas estudadas.
6. Descrever condições nas quais um evento ocorre e relacioná-lo com a descrição teórica.
7. Identificar as características do modelo teórico que re-

apresenta o fenômeno.

8. Aplicar técnicas de cálculo integral e diferencial para deduzir propriedades da grandeza física descrita pelo modelo.
9. Prever o resultante fenômeno físico a partir de leis físicas e de condições iniciais dadas; e reciprocamente, inferir quais as condições iniciais, a partir dos resultados.

Como procederam os organizadores do curso para obter esses comportamentos do aluno? O conteúdo do curso é subdividido em unidades, cada uma delas referente a uma classe geral de fenômenos aos quais correspondem um determinado modelo físico, obedecendo a um ou mais princípios físicos. Para cada uma dessas unidades, todos esses objetivos devem ser atingidos, através de atividades que são indicadas aos alunos por meio de guias de estudo. Para facilitar a tarefa do aluno, as unidades eram subdivididas em passos, cada um pré-requisito do seguinte, contendo objetivos específicos, que seriam cobrados na avaliação (na qual uma série de atividades eram indicadas).

A divisão do conteúdo de Física 3-4 em unidades e passos.

O curso de Física 3 foi dividido em 3 unidades e 13 passos, a saber:

UNIDADE	PASSO
	0 Apresentação e Organização do Curso
1 Interação Elétrica	1 Alicerces 2 Campos de Força 3 Movimento de elétrons em Campo Eletrostático - LABORATÓRIO 4 Potencial Elétrico e Dipolo

2 Interação Magnética	5 Movimento de carga em campo magnético 6 Forças magnéticas sobre corrente 7 A origem do campo magnético 8 Balança de corrente - LABORATÓRIO
3 Campos Eletromagnéticos Estáticos	9 A lei de Gauss 10 Campos elétricos em meios materiais. Capacitores e Energia associada Campos Eletrostáticos 11 Força eletromotriz. Lei de Ohm. Lei de Ampère. Magnetismo em meios materiais. 12 Balança eletrostática - LABORATÓRIO 13 Síntese das leis do Campo Eletromagnetostático.

O curso de Física 4 foi dividido em 3 unidades e 13 passos, a saber:

UNIDADE	PASSO
	0 Apresentação e Organização do Curso
1 Campos Eletromagnéticos Variáveis	1 Lei de Faraday 2 Energia e Oscilações 3 Lei de Ampère-Maxwell 4 Ressonância Elétrica - LABORATÓRIO
2 Ondas Eletromagnéticas	5 Movimento Ondulatório 6 Ondas eletromagnéticas 7 Absorção e Espalhamento de ondas eletromagnéticas 8 Efeito Compton e Fotoelétrico - LABORATÓRIO
3 O Modelo Ondulatório	9 Reflexão, Refração e Interferência Ondas Eletromagnéticas 10 Difração e Polarização de Ondas Eletromagnéticas 11 Difração e Polarização da luz - LABORATÓRIO 12 Difração de Raio X 13 Espectroscopia Óptica - LABORATÓRIO

GUIAS DE ESTUDO. ATIVIDADES DOS ALUNOS.

Para cada um dos passos teóricos em que foi subdividido este curso, os professores escreveram um guia de estudo e de 3 a 5 exercícios de avaliação, com os respectivos gabaritos e critérios de desempenho. A tarefa dos monitores era rever os guias, propor atividades, resolver e preparar gabaritos. Para os passos experimentais também foi preparado um Guia do Monitor.

A atividade básica indicada nos guias era leitura (orientada por comentários) de trechos do livro texto. Outras atividades indicadas aos alunos: outras leituras, assistir a experiências de demonstração (prateleira), a loops e films; familiarizar-se com aparelhos de medidas elétricas; realizar ensaios e medidas com aparelhagem conhecida; tabular e analisar dados; organizar procedimentos experimentais e escrever relatórios; defender e justificar seus trabalhos nas sessões de discussão das avaliações; assistir à aula de fechamento de unidade (essa prática foi usada em Física 3); participar de aulas de discussão (prática usada em Física 4); realizar seminários; visitar laboratórios de pesquisa e industriais.

O Laboratório de Física 3-4 (personalizado) subdividiu-se em Atividades de Técnicas de Medidas e Passos de Laboratório. Dessa maneira, em atividade especial, o aluno exercitou-se em lidar com resistores, voltímetros, amperímetros, capacitores, multímetros, oscilógrafos, etc. Algumas dessas atividades de Técnicas eram pré-requisitos de passos de Laboratório, de modo que, ao realizar aquele passo o aluno organizava o seu roteiro experimental, suas tabelas de medidas, sua análise de erros e suas conclusões sem mascarar as dificuldades dessas tarefas com falta de traquejo em manejar toda aquela aparelhagem. ()

() Leia a respeito outro trabalho desde Simpósio: "O LABORATÓRIO DO CURSO PERSONALIZADO DE FÍSICA 3-4 (1975)", por Luiz C. Bouères e outros.

APRECIÇÃO SOBRE AS ATIVIDADES DOS ALUNOS.

Atividades de leitura.

O livro texto principal foi "Física: Um Curso Universitário", Alonso-Finn, vol. II, dada a vinculação do nosso ao Curso Básico de Física na USP na área de exatas, que adotava este livro.

Outro livro muito indicado em nossos guias foi Física II, Halliday-Resnick. Além desse, o Kip - Fundamentals of electricity and magnetism.

Apreciação: O livro do Kip destaca-se pela clareza na abordagem dos Princípios de Física. É farto em exemplos, onde procura desenvolver técnicas matemáticas específicas. Reúne uma coleção particularmente feliz de exemplos, no fim de cada capítulo. Entretanto, restringe-se apenas à eletricidade e ao magnetismo, que é apenas uma parte do conteúdo de Física 3 e 4.

Abordagem típica do Halliday: situa a observação do fenômeno historicamente numa introdução; em seguida descreve claramente o fenômeno e analisa-o qualitativamente; enuncia a lei que rege o fenômeno e estabelece a equação matemática dessa lei; aplica em seguida em 2 a 3 exemplos numéricos, de dificuldades crescente discutindo-os em detalhe.

Abordagem típica do Alonso: situa historicamente uma classe geral de fenômenos, que contém o fenômeno a ser estudado; enuncia a lei geral matemática que o rege; deduz dessa lei aspectos particulares do fenômeno; aplica em 1 a 2 exemplos, cujo conteúdo varia de simples aplicação numérica até exemplos contendo parte conceitual nova e importante em conceitos que se seguirão.

Para o estudante médio de São Paulo, que entra na Universidade com conhecimentos práticos e mesmo conceituais de eletricidade muito fracos, consideramos melhor a abordagem do Halliday II. A formação sólida do conceito físico, necessita de um embasamento experimental, com experiência sensorial do fenômeno; é a abordagem de Halliday e Resnick que mais satisfaz a essa condição.

AULAS DE FECHAMENTO DE UNIDADE

Foi uma atividade não obrigatória realizada em Física 3, mas não em Física 4. O professor é o responsável pela aula-conferência, na qual ele faz uma síntese da unidade estudada, estabelece as ligações entre as unidades anterior e a que se seguirá, além de situar aquele conteúdo dentro dos objetivos gerais do curso - analisar fenômenos físicos hipotético-dedutivamente.

Apreciação: a dificuldade dessa atividade é obter o comparecimento da maioria dos alunos. No nosso caso, o comparecimento era de cerca de metade dos alunos, mesmo realizando-a após a maioria deles ter completado a unidade.

Achamos desnecessário tornar essa atividade obrigatória, apesar da opinião contrária dos alunos *que assistiram às aulas*; consideramos que é "algo mais" que está sendo oferecido ao aluno, mas não indispensável para atingir os objetivos da unidade. De fato, o professor está expondo o conteúdo em nível de *síntese*, que é superior àquele indicado nos objetivos específicos, e portanto, àquele exigido nas próprias avaliações (Veja aditante - *Discussão das avaliações*.) Para os *monitores*, sim, essa atividade poderia ser obrigatória; trata-se, no nosso caso, de aluno de 3º ano que precisa estar num nível superior aos alunos por eles monitorados, que terão aí boa oportunidade de discutir e aprimorar seus conhecimentos.

AULAS DE DISCUSSÃO

Essa atividade, não obrigatória, foi experimentada em Física 4, em substituição às aulas de fechamento de unidade pois os alunos queixaram-se de falta de oportunidade de discussão dos conceitos. Para cada passo foi distribuída uma lista de questões; aguardávamos o dia em que a média dos alunos já tivesse aprovação no passo e convidávamos os alunos, através de avisos no quadro ao lado da sala de aula.

Apreciação: a média de comparecimento foi de 6 a 7 alunos; por atraso da média, só conseguimos fazer essa aula referen-

te a 7 dos 11 passos obrigatórios; algumas discussões foram produtivas e até entusiásticas, mas a maioria delas se arrastava. O interesse dos alunos só era total quando se estava apresentando alguma experiências de demonstração, da prateleira. (Veja adiante 5.6 - Aulas de demonstração).

Sugerimos modificar o esquema, de forma a adaptar-se melhor ao esquema de um curso personalizado; uma maneira seria: a) imprimir as questões como parte integrante do guia do respectivo passo; b) sugerir aos alunos interessados em discutí-las que se reunissem em grupos de 3 ou 4, e procurassem um monitor logo no início de um dia de aula.

SESSÃO DE DISCUSSÃO DAS AVALIAÇÕES.

As avaliações teóricas eram constituídas (ã excessão dos passos 13 de Física 3; 3 e 12, de Física 4) de 2 a 3 exercícios, com 3 ou mais perguntas cada. Procurava-se "varrer" todos os objetivos específicos do passo, formulando questões em nível de *aplicação* ou pelo menos, de *entendimento* (segundo a classificação de Bloom). Raramente se pedia questões de *análise* (passo 7 de Física 3; passo 7 de Física 4), e nelas o aluno médio não se saiu bem. A análise da adequação das avaliações aos objetivos do curso será objeto de um próximo trabalho do grupo.

Após entregar seu exercício, o aluno chamava um monitor. Este lia o trabalho, solicitando algumas vezes ao aluno para justificá-lo; noutras, a refazê-lo, por estar incompleto (i); quando a falha era fundamental, correspondendo a algum objetivo do passo, o aluno recebia NOK (n) e era orientado em novo estudo antes de uma nova avaliação. Veja no apêndice I, tabela contendo a distribuição, durante as 18 semanas de duração do curso de Física 4, dos OK, i e n em cada passo obtidos pelos alunos. () Veja também, no apêndice II, os gráficos do passo médio em função do tempo, tan-

() Esses dados foram computados para fornecer índices característicos do andamento do curso. Leia outro trabalho deste Simpósio: "Um programa de computador ...", M.H.Tabacniks e R.O.Cesar.

to para Física 3 como para Física 4.

Apreciação: essa atividade de discussão da avaliação era a melhor oportunidade do aluno entrar em contato com o monitor, e no qual ele terá possibilidade de checar seu método de estudo no estabelecimento dos conceitos, objetivados no passo. Nessa oportunidade, o preparo do monitor é essencial, tanto reforçando os comportamentos corretos, como apontando as falhas e orientando um novo estudo; as interações eficientes duravam pelo menos 20 minutos. Às vezes, era oportunidade em que o aluno "tirava dúvidas", mas isso pode ser atribuído ao fato do malogro das mencionadas Aulas de Discussão.

SEMINÁRIOS

Durante o curso de Física 3, vários seminários foram realizados por alunos. O assunto era escolhido pelo professor, para complementar conhecimentos na área em estudo; nunca como conhecimento básico aos objetivos do curso. Por exemplo, um deles versava sobre a interpretação geométrica dos Operadores; um outro, sobre os cinturões de radiação de Van Allen.

Apreciação: é uma atividade excelente para quem prepara o seminário, desenvolvendo comportamentos importantes - expor oralmente, concatenar idéias, sintetizar, etc. Para a classe, poderá se constituir num estímulo importante pois um colega, com repertório próprio ao seu mostra-se capaz de realizar tarefa considerada difícil pela média dos alunos. Então é atividade que deve ser programada com cuidado para garantir o reforço do orador e o estímulo da audiência.

AULAS DE DEMONSTRAÇÃO (prateleira). LOOPS E FILMS.

Visitas a laboratórios de pesquisa e industriais.

As impropriamente chamadas aulas de demonstração são na realidade a manipulação pelo aluno de aparelhagem simples nas quais ele entra em contato sensorial (visual, tátil, auditivo) com as leis fundamentais da Física. No nosso curso, em Física 3, eram atividades indicadas no Guia de estudo,

como parte do roteiro, assim como eram indicados certos loops e films. Em Física 4, essas atividades faziam parte em geral da Aula de Discussão, como uma parte preliminar, motivadora. Foram realizadas apenas 3 visitas a laboratórios de pesquisa - dois no IFUSP; outra no laboratório de rádio-astronomia de Atibaia.

Apreciação: em primeiro lugar, a atividade da aula de demonstração é importantíssima mas ainda está engatinhando no IFUSP; julgamos que isso se deve à falta de compreensão do papel dessa mesma atividade. No sentido apontado por Piaget, esse contato sensorial com o objeto físico é atividade que não pode ser "pulada", passando o aluno diretamente à manipulação abstrata daquelas leis, sob pena de se estruturarem incorretamente os conceitos correspondentes, viciando-se analogias, e incapacitando-se de, sobre esses mesmos conceitos, construir-se conceitos ainda mais complexos. Assim, foi errôneo de nossa parte interpretá-las como um estímulo; é muito mais que isso: trata-se de uma etapa imprescindível na formação do conceito. Assim sendo deve, isso sim, ser acompanhada de roteiro e cobrada nas avaliações, ou pelo menos ser um pré-requisito obrigatório delas. Podemos citar como exemplo: a realização das experiências fundamentais de Faraday da Indução, com imãs, fluxômetros, e amperímetros; a verificação de todas as leis dos fenômenos ondulatórios com uma cuba de ondas e com equipamentos de micro-ondas.

De certa forma, a visita a Laboratórios de Pesquisa tem importância análoga para o estudante que está pretendendo fazer carreira de pesquisador. Terá a oportunidade de ter contato sensorial com o trabalho de um físico, abandonando certas idéias românticas acerca dessa profissão, inclusive aquela muito comum em que ele diz que "vai ser um físico teórico porque não tem nenhuma habilidade mecânica". Terá chances de "virar um físico"? Será que é preciso estudar muito para ser físico experimental? Assistindo à complexidade das operações e da sofisticação da aparelhagem, o

estudante terá possibilidade de formar idéias muito mais fiéis a respeito dessas questões.

AVALIAÇÃO DO CURSO

Uma *avaliação externa* foi estabelecida pela Coordenação de Física Básica no IFUSP, isto é, nossos alunos realizaram uma prova comum à prova semestral dada aos seus colegas do curso tradicional. Pode-se ler no apêndice I as notas dos nossos alunos nessa prova, na coluna "Prova Semestral".

Apreciação: é sabido que as condições em que os alunos estão, num e noutro curso, podem ser diferentes bem como os objetivos comportamentais poderão diferir totalmente, e assim invalidar a comparação dos desempenhos. No nosso caso conhecíamos o professor da turma "tradicional" e sabíamos ser bem próximo aos nossos as suas metas de comportamento. Tanto assim que o teor das questões dessa prova era equivalente ao de nossas avaliações. A diferença principal entre as turmas era no tocante às condições do aluno (alguns dos nossos ainda não haviam terminado todos os passos) e o que a prova representava para ele (para os da turma tradicional representava a condição indispensável para ser aprovado enquanto que para os nossos alunos seriam alguns décimos na média, mas nunca decisivos). Então, sendo as médias das duas turmas praticamente iguais, esse resultado parece ser favorável à turma experimental.

A nossa *avaliação da programação* está em andamento. Fizemos uma análise passo por passo, objetivo por objetivo de Física 3, em julho de 1975, e de Física 4, em dezembro do mesmo ano; alunos, monitores e professores colaboraram nessa tarefa, anotando em ficha padronizada (apêndice III) o consenso do grupo sobre: os objetivos específicos foram ou não suficientemente exercitados nas atividades dos alunos e se foram ou não eficientemente cobrados nas avaliações. Num próximo trabalho, pretendemos expor o método e as conclusões dessa avaliação.

Uma outra avaliação bastante comum é o "Índice de facilidade do curso", representado pela porcentagem de aprovação; o resultado final foi o seguinte:

	alunos matriculados	cursaram efetivamente	aprovados	Índice de reprovação
Física 3	37	36	31	$5/36 = 14\%$
Física 4	30	26	22	$4/27 = 15\%$

Interpretamos: com a programação indicada nos guias, o conteúdo do curso de Física 3-4 em 1975, foi facilmente assimilado pela maioria dos alunos, ao nível da exigência apresentada.

CONCLUSÃO

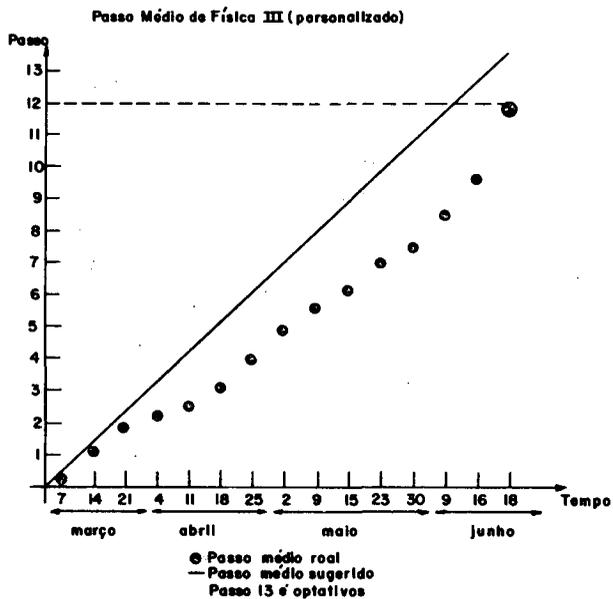
Julgamos que o curso personalizado de Física 3 e 4, em 1975, no IFUSP, cumpriu seus objetivos de oferecer um curso adequado aos que escolheram essa forma de aprendizado e, em 1ª aproximação, podemos afirmar que o conteúdo abordado é adequado aos pré-requisitos dos alunos provenientes do 1º ano do curso básico da área de exatas, mormente os físicos, sendo viáveis, de um modo geral, os níveis de exigência abordados.

APÊNDICE I

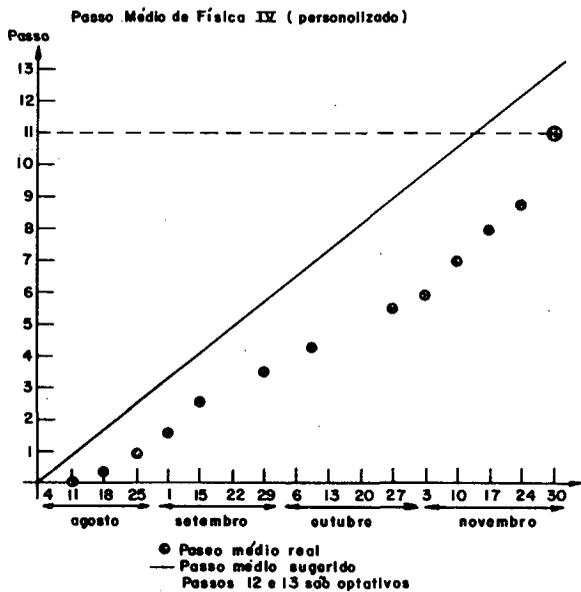
CURSO DE FÍSICA - 4 - PERSONALIZADO - 1975 9(CPF4)													FINAL PASSO	Nota CPF4	Pr. Sem.	Med.					
ALUNO	AGOSTO				SETEMBRO				OUTUBRO								NOVEMBRO				
semana	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.	7a.	8a.	9a.	10a.	11a.	12a.	13a.	14a.	15a.	16a.	17a.	(x 8)	(x2)		
1				in1				12										11	8	3.7	7.1
2				i 1 2				i										11	8	0.0	8.0
3				1 2				3 4 5										11	8	8.5	8.1
4				1 2				3 14										13	10		9.7
5				i 1 2				3 14										13	10	9.2	9.8
6				1 1 12														11	8	2.5	6.9
7				i 1 1 2				3										13	10	7.0	9.2
8				i														11	8	4.8	7.4
9				1 1 2				3 4 5										13	10	6.0	9.2
28				1 1 2				3 4										7	(ou nte)		
11				1 2														11	8	0.0	
13				1 2														11	8	7.5	7.9
14				n n 11				n ni n2 3 4 1									11	8	2.0	6.8	
15				1 2				3 4 5 6										13	10	2.5	8.5
16				1 1 12				1 1 1 3 1 4										11	8	5.0	7.4
26				1 n														8	4	4.0	4.0
18				1 1 1 2 3				4 1 5										13	95	9.5	9.5
19				in1 2 3				14 15										11	8	7.8	8.0
20				i				n n n 2										11	8	0.0	6.4
31				i				n 12										11	8	6.5	7.7
27				i 1 2				1 3										11	8	6.5	7.7
29																		2	1	0.0	0.5
22				i 1														-	-	-	-
23				i 1				1 2										11	8	6.0	7.6
24				1 2				3 4 5 6										13	10	10.0	10.0
25				1				2										11	8	7.5	7.9
30				1 1 2														-	-	-	-
Pas. médio				.3 .9 1.5				2.0 2.6 2.9 3.6										11.1		5.4	
(25 alunos)																					

APENDICE II

IFUSP - 1975



IFUSP - 1975



- APÊNDICE III -

RESUMO DA APRECIÇÃO DO PASSO ____ DO CURSO DE FÍSICA ____ (197_)

	Profundidade do Objetivo decl. no Guia	A Profund. deveria ser	O livro texto permite atingir	O Procedimento indicado no Guia leva o nível	Inviável pedir nível	As avaliações possuem nível
a						
b						
c						
d						
e						
f						
g						
h						
i						
j						

<i>Objetivos do Passo:</i>	<i>Atividades:</i>
a	1. Leituras obrigatória _____ (cite obras) optativas _____
b	2. Aula de fechamento _____
c	3. Aula de discussão _____
d	4. Seminário (Título, aluno, data) _____
e	5. Experiência de demonstração- (Título, aluno, data) _____
f	6. Loops e fins (Idem) : _____
g	7. Visitas a laboratório: _____
h	
i	
j	

E₂ – UM PROGRAMA DE COMPUTADOR PARA CONTROLE DE CURSO PROGRAMAÇÃO INDIVIDUALIZADO

TABACNIKS, Manfred H. e CESAR, Ruth de O.

Instituto de Física da USP

Para controlar o andamento de um Curso Personalizado com mais de 20 alunos, é necessário manipular, tabular e graficar um número apreciável de dados. Baseados na experiência de um CPI em Curso Básico de Física, no IFUSP, os autores descrevem um programa em Fortran IV que construíram e utilizaram com sucesso em 1975.

Esse programa fornece:

a) *Para cada aluno:*

1. Dia do "OK" em cada passo completado
2. Número de "NOK" e "I" em cada passo
3. A posição do aluno no histograma
4. Se há falta de "OK" nalgum passo anterior
5. Tempo, em dias, desde o último "OK"

b) *Para cada monitor:*

Número de "OK", "I" e "NOK" dados pelo monitor em cada passo.

c) *Para cada tipo de avaliação:*

1. O número de "OK", de "I" e de "NOK"
2. A razão porcentual de "OK"/"OK" + "NOK"
3. A razão porcentual de "I"/"OK" + "NOK"

d) *O histograma da distribuição dos alunos por passos completados.*

e) *O passo médio com respectivo desvio padrão.*

f) *O tempo médio aproximado (em dias) que os alunos estão gastando em cada passo.*

g) *Mensagem a cada monitor que deixou alguma avaliação incompleta.*

A aplicação semanal deste programa permite detectar problemas insipientes para adoção, em tempo, de medidas corretivas; fornece ainda dados para uma análise e reformulação do curso.

Em 1974 e 1975, foi oferecido aos alunos do IFUSP dos 1º e 2º anos, o curso de Física Básica pelo método programado individualizado (método Keller). Organizado por uma equipe de professores e monitores, esse curso foi encarado como uma pesquisa de ensino. Para tanto foram elaboradas fichas de acompanhamento individual dos alunos que eram preenchidas sempre que ocorria uma avaliação. Essas fichas não só possibilitavam um acompanhamento contínuo e documentado de cada aluno, como também permitiam influir na programação do curso, desde que imediatamente tabuladas. Uma dessas fichas, chamada FICHA DE ATIVIDADES DO DIA (modelo anexo), registrava todas as avaliações feitas num determinado dia. Nela constam, além da data, o nome do aluno, passo em que fez a avaliação, tipo (cada passo tem em média 5 avaliações diferentes e equivalentes), resultado da entrevista, e o nome do monitor que o entrevistou. A coleção dessas fichas poderia fornecer muitas informações, mas era necessário tabulá-las dia a dia. Frequentemente ocorriam falhas nesse trabalho, principalmente devido a erros no preenchimento, feito durante as aulas. Para simplificar esse trabalho e torná-lo mais confiável elaboramos um programa de computação. Dessa forma foi possível detectar os erros sistematicamente e, portanto, corrigí-los; simplificou-se a tabulação e foi ampliada a análise através da correlação dos dados, facilmente obtida num computador a partir do instante em que os dados estão na memória.

O PROGRAMA

1. *Objetivos:* O programa teve por objetivos tabular sistematicamente as fichas de atividades do dia, testar a consistência dos dados e realizar algumas estatísticas consideradas importantes, tais como: histograma dos passos comple-

tados, tempo médio de duração de um passo, índice de aprovação nas avaliações e no passo, etc.

2. *Entrada:* A partir da ficha de atividades do dia, transcrevem-se os dados de forma codificada numa tabela (parte direita da ficha). Essa tabela é finalmente transcrita em cartões perfuráveis. Em cada processamento os novos cartões da semana eram juntados aos já existentes, atualizando assim os dados de entrada.

3. *Saída:* O processamento desses dados fornece a seguinte saída (reprodução anexa):

- a) *Tabela Aluno x Passo* - Fornece para cada passo que o aluno já fez, a data em que recebeu OK, o número de incompletos e NOK que porventura tenha recebido.
- b) *Tabela Passo x Tipo de Prova* - Fornece para cada tipo de avaliação o número de OK, o número de NOK e incompletos (INC) que foram atribuídos. Fornece também a soma desses números para cada passo, caracterizando assim o próprio. Serve para verificar o índice de aprovação em cada passo e tipo de avaliação, possibilitando verificar sua homogeneidade.
- c) *Tabela Prova Relativa* - Fornece os mesmos números da tabela acima em razão porcentual relativa ao número total de avaliações feitas (OK + NOK). Seria interessante um estudo que relacionasse o "índice de aprovação" com a "qualidade" do passo e da avaliação.
- d) *Tabela Monitor x Passo* - Fornece o número de OK, NOK e INC atribuídos por cada monitor ou professor, em cada passo. Sua principal utilidade é verificar a homogeneidade dos critérios de desempenho aplicados por cada um.
- e) *Tabela Passo x Dia da Semana* - Fornece o número de OK, NOK e INC para cada dia da semana e cada passo. Pode ser utilizada durante o curso para programas atividades extras e ver preferência de horário.

- f) *Histograma* - Imprime um histograma do número de alunos e o último passo completado. Foi muito importante para a programação da semana e acompanhar o progresso do curso.
- g) *Tabela Tempo Médio x Passo* - Fornece o tempo médio aproximado, em dias, de duração do passo. É aproximado pois a data é guardada num único número cujo valor é: $31 \times \text{mês} + \text{dia}$. O tempo médio do passo é calculado pela fórmula:

$$\frac{\text{data de OK no passo} - \text{data de OK no passo anterior}}{n}$$

Fica claro que se a média ocorrer num mês de 30 dias teremos um erro de aproximadamente 1 dia.

- h) *Relação dos alunos em ordem decrescente por passo.*
- i) *Lista de Controle* - Imprime para cada aluno o número de dias transcorrido desde o último OK. Se porém esse aluno nem começou o curso imprime -1, por outro lado, imprime 999 se faltarem informações sobre algum passo para esse aluno (passo pulado p.ex.).
- j) *Mensagem de Incompleto* - Na eventualidade de um passo ficar incompleto deveria ocorrer, necessariamente, uma definição, isto é: ou recebe OK ou NOK. O programa testa se isso ocorreu. Caso não tenha ocorrido imprime uma mensagem acusando o fato.

4. *Dados Técnicos:*

O programa tem uma estrutura simples. Não pretendeu de forma nenhuma ser um modelo de programação. Foi feito por alunos do 3º ano de física no IFUSP, que também eram monitores no curso de Física 4, e tinham por isso apenas 1 semestre de computação, que é matéria obrigatória no 2º ano. Queremos mostrar com isso que para se fazer um programa não é necessário ser um mestre no assunto. Qualquer pessoa pode fazê-lo, basta um pouco de boa vontade e orientação e obterá bons resultados.

Descreveremos abaixo alguns dados sobre o programa

linguagem: FORTRAN - IVE
nº de cartões = 200
7 páginas de saída
memória = 50 k.bytes
tempo de execução 140 s
tempo de processamento 20 s.

CONCLUSÕES:

Esse programa foi testado durante o 2º semestre de 1975 no curso programado e individualizado de Física 4, numa turma de 40 alunos. Da forma como foi feito, o programa foi processado pelo menos uma vez por semana e para cada processamento atualizavam-se os dados.

Como o programa exige sempre todos os dados desde o início do curso, o número de cartões vai aumentando. Apesar de não influenciar no tempo de execução, exige cada vez mais memória. Esse problema pode ser facilmente resolvido se se gravar em fita a saída do programa. Dessa forma, no próximo processamento, as tabelas já estarão parcialmente preenchidas, necessitando somente serem completadas.

Queremos salientar que de nada adianta ter um programa para esse tipo de análise se não for utilizado de forma amigável. Exige por isso certa pré-disposição das pessoas que o utilizarem.

O programa encontra-se à disposição dos interessados no Instituto de Física da USP, Departamento de Física Experimental, com os autores.

AGRADECIMENTOS:

Queremos expressar nossos sinceros agradecimentos ao SEMA, em especial à professora Maria Lúcia dos Santos, que muito nos auxiliou durante a estruturação e codificação do programa.

MODELO PREENCHIDO DA FICHA DE ATIVIDADES DO DIA
CURSO PERSONALIZADO DE FÍSICA 4
ATIVIDADES DO DIA DE 20/10/1975
ANOTADOR RUTH

	ALUNO	PAS- SO	TI- PO	RE- SUL- TA- DO	MONITOR	ALUNO	PASSO	TI- PO	RE- SUL- TA- DO	MONITOR				
DATA: DIA/MÊS/DIA DA SEMANA						2	0	1	0	0	2			
1	FERNANDO	8	-	OK	RAFAEL	0	5	0	8	1	1	0	1	5
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
DATA: DIA/MÊS/DIA DA SEMANA						2	2	1	0	0	4			
1	ANA LÍDIA	6	A	OK	FRED	0	2	0	6	1	1	0	6	
2	LUCIANO	6	B	OK	FRED	1	3	0	6	2	1	0	6	
3	GENI	6	B	NOK	FRED	0	7	0	6	2	2	0	6	
4	JULITA	5	A	OK	FRED	2	7	0	5	1	1	0	6	
5	RICARDO	2	D	NOK	RUTH	2	9	0	2	4	2	0	2	
6	LEO	6	A	OK	MANÉ	1	6	0	6	1	1	0	4	
7	OSCAR	6	C	I	MANÉ	1	4	0	6	3	3	0	4	
8	MARIAN- GELA	7	A	OK	RUTH	1	8	0	7	1	1	0	2	
DATA: DIA/MÊS/DIA DA SEMANA						2	2	1	0	0	4			
1	MARINA	7	B	OK	MANÉ	1	9	0	7	2	1	0	4	
2	AMÉLIA	5	A	I	RUTH	0	1	0	5	1	3	0	2	
3														
4														
5														
6														
7														
8														

SAÍDA GERAL DO PROGRAMA

Os dados referem-se à situação do curso personalizado de Física-IV, no qual o programa foi testado, em 24/11/75.

*** CURSO PERSONALIZADO DE FISICA 4 ***** SITUACAD GERAL DO CURSO EM 24/11/1975 ***

MATRIZ	ALUNO	* DATA DO CK / NO DE NOK / NO DE INC *				DATA=MES*31*01A				NO DE PASSOS = 13			
*****	PASSO	1 * PASSO	2 * PASSO	3 * PASSO	4 * PASSO	5 * PASSO	6 * PASSO	7 * PASSO	8 * PASSO	9 * PASSO	10 * PASSO	11 * PASSO	ID *
ALUNO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1	*268/	1/ 1 *289/	0/ 1 * 0/	0/ 0 *323/	0/ 0 *337/	0/ 1 *344/	0/ 0 *346/	1/ 0 *362/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
2	*268/	C/ 1 *275/	0/ 0 *308/	1/ 0 *323/	0/ 0 *325/	0/ 1 *332/	0/ 1 *346/	0/ 0 *360/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
3	*259/	C/ 0 *264/	0/ 0 *287/	0/ 0 *291/	0/ 0 *294/	0/ 0 *306/	0/ 0 *316/	0/ 0 *325/	0/ 0 *334/	0/ 1 *344/	0/ 0 *346/	0/ 0 *349/	0/ 0 *
4	*259/	C/ 0 *264/	0/ 0 *278/	0/ 0 *292/	0/ 1 *301/	1/ 1 *306/	0/ 0 * 0/	1/ 1 * 0/	0/ 0 *337/	0/ 0 *337/	0/ 0 *346/	0/ 0 *349/	0/ 0 *
5	*259/	C/ 1 *266/	0/ 0 *287/	0/ 0 *292/	0/ 1 *301/	1/ 0 *308/	0/ 0 *318/	0/ 0 *330/	0/ 1 *337/	0/ 0 *337/	0/ 0 *346/	0/ 0 *349/	0/ 0 *
6	*268/	C/ 1 *276/	0/ 1 *316/	0/ 1 *308/	0/ 0 *325/	1/ 1 *334/	0/ 1 *337/	1/ 0 *355/	0/ 0 *360/	1/ 0 *363/	0/ 0 *363/	0/ 0 *363/	0/ 0 *
7	*261/	C/ 1 *273/	0/ 0 *287/	0/ 0 *314/	1/ 1 *323/	0/ 2 *337/	1/ 1 *351/	1/ 0 *355/	0/ 0 *358/	0/ 0 *360/	0/ 0 *360/	0/ 0 *360/	0/ 0 *
8	*301/	C/ 1 *311/	2/ 1 *325/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *353/	0/ 1 *353/	1/ 0 *354/	0/ 0 * 0/	0/ 1 *360/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
9	*261/	C/ 1 *266/	0/ 0 *287/	0/ 0 *291/	0/ 0 *301/	0/ 0 *321/	1/ 0 *330/	0/ 1 *344/	0/ 0 *346/	1/ 0 *360/	0/ 0 *360/	0/ 0 *360/	0/ 0 *
10	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
11	*266/	C/ 0 *275/	0/ 0 *318/	0/ 0 *323/	0/ 0 *325/	0/ 1 *330/	0/ 0 *346/	0/ 0 *360/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
12	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
13	*268/	C/ 0 *276/	0/ 0 *323/	0/ 0 *309/	0/ 0 *325/	0/ 1 *332/	0/ 1 *346/	0/ 0 *360/	0/ 0 *363/	0/ 0 *363/	0/ 0 *363/	0/ 0 *363/	0/ 0 *
14	*275/	Z/ 1 *296/	4/ 2 *306/	0/ 0 *308/	0/ 0 *323/	0/ 1 *346/	4/ 3 *346/	0/ 0 *358/	0/ 0 *363/	0/ 0 *363/	0/ 0 *363/	0/ 0 *363/	0/ 0 *
15	*259/	C/ 0 *264/	0/ 0 *287/	0/ 0 *291/	0/ 0 *294/	0/ 0 *303/	0/ 0 *318/	1/ 1 *326/	0/ 0 *337/	1/ 0 *344/	0/ 0 *344/	0/ 0 *344/	0/ 0 *
16	*266/	C/ 1 *275/	0/ 1 *289/	0/ 0 *314/	1/ 1 *314/	0/ 1 *332/	2/ 1 *337/	0/ 0 *360/	0/ 1 *351/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
17	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
18	*259/	C/ 1 *268/	0/ 1 *275/	0/ 0 *291/	0/ 0 *301/	1/ 0 *323/	1/ 2 *332/	0/ 0 *344/	0/ 0 *351/	0/ 0 *358/	0/ 0 *358/	0/ 0 *358/	0/ 0 *
19	*264/	1/ 1 *268/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *292/	0/ 1 *303/	1/ 0 *323/	0/ 0 *332/	0/ 1 *344/	0/ 0 *351/	0/ 1 *358/	0/ 0 *358/	0/ 0 *358/	0/ 0 *
20	*264/	C/ 0 *312/	3/ 3 *328/	0/ 0 *328/	0/ 0 *334/	0/ 1 *354/	0/ 0 *358/	0/ 1 *363/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
21	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
22	*261/	C/ 1 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
23	*268/	C/ 1 *289/	0/ 1 * 0/	0/ 1 *346/	0/ 0 *347/	0/ 0 *354/	0/ 2 *354/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
24	*259/	C/ 0 *266/	0/ 0 *287/	0/ 0 *291/	0/ 0 *295/	0/ 0 *303/	0/ 0 *308/	0/ 0 *328/	0/ 0 *337/	0/ 0 *346/	0/ 0 *346/	0/ 0 *346/	0/ 0 *
25	*261/	C/ 0 *287/	0/ 1 * 0/	0/ 1 *346/	0/ 0 * 0/	0/ 1 *354/	0/ 1 *354/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
26	*268/	C/ 0 *303/	3/ 1 * 0/	0/ 0 *346/	0/ 0 *351/	0/ 1 *354/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
27	*261/	C/ 0 *273/	0/ 1 *294/	0/ 1 *313/	0/ 0 *337/	0/ 1 *337/	0/ 1 * 0/	0/ 0 *360/	0/ 3 *360/	1/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
28	*268/	C/ 0 *276/	0/ 1 *294/	0/ 0 *306/	0/ 0 * 0/	0/ 1 *346/	0/ 1 *346/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
29	*291/	C/ 0 *346/	1/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
30	*259/	C/ 0 *273/	0/ 1 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *
31	*266/	C/ 0 *296/	2/ 1 * 0/	0/ 1 *346/	0/ 0 *347/	0/ 0 *351/	0/ 0 *354/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 *

*** CURSO PERSONALIZADO DE FISICA 4 ***** SITUACAD GERAL DO CURSO EM 24/11/1975 ***

MATRIZ	ALUNO	* DATA DO CK / NO DE NOK / NO DE INC *				DATA=MES*31*01A				NO DE PASSOS = 13			
*****	PASSO	11 * PASSO	12 * PASSO	13 * PASSO	14 * PASSO	15 * PASSO	16 * PASSO	17 * PASSO	18 * PASSO	19 * PASSO	20 * PASSO	21 * PASSO	22 * PASSO
1	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
2	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
3	*360/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
4	*360/	C/ 1 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
5	*360/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
6	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
7	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
8	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
9	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
10	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
11	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
12	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
13	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
14	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
15	*360/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
16	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
17	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
18	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
19	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
20	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
21	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
22	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
23	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
24	*360/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
25	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
26	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
27	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
28	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
29	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
30	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/
31	* 0/	C/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/	0/ 0 * 0/

*** CURSO PERSONALIZADO DE FISICA 4 ***** SITUACAO GERAL DO CURSO EM 24/11/1975 ***

MATRIZ MONITOR * NC DE DK / NO DE NDK / NO DE INC * NUMERO DE ALUNOS = 31

MONITOR	PASSC 1	PASSO 2	PASSO 3	PASSO 4	PASSO 5	PASSO 6	PASSO 7	PASSO 8	PASSO 9	PASSO 10
1	1/1/0	0/0/0	0/0/0	2/0/1	0/0/0	0/0/0	0/1/0	4/0/1	0/0/0	0/0/0
2	12/2/2	15/8/8	3/0/1	0/0/0	14/1/7	3/0/1	15/3/4	0/0/0	11/2/1	7/0/0
3	0/0/0	0/0/0	0/0/0	2/1/1	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0
4	8/0/2	6/5/2	6/0/3	0/0/0	2/3/7	7/5/6	4/0/0	0/0/0	0/1/1	1/0/0
5	1/0/1	2/0/0	2/0/0	8/1/2	1/0/1	2/1/0	0/1/0	6/0/1	2/0/0	2/0/2
6	6/1/2	0/2/2	8/1/1	0/0/0	4/0/1	11/4/8	0/0/1	0/0/0	3/0/0	0/0/0
7	0/0/0	4/0/0	0/0/0	5/0/1	1/1/0	1/0/0	2/0/0	4/0/4	0/1/0	0/0/0
8	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	6/0/0	0/0/0	0/0/0	4/0/0	0/0/0	0/0/0
9	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0
10	0/0/6	0/0/4	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0
11	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0
12	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0
13	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0
14	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0
15	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0

MATRIZ MONITOR * NC DE CK / NO DE NCK / NO DE INC * NUMERO DE ALUNOS = 31

MONITOR	PASSC 11	PASSO 12	PASSO 13	PASSO
1	5/0/1	0/0/0	0/0/0	
2	0/0/0	0/0/0	0/0/0	
3	0/0/0	0/0/0	0/0/0	
4	0/0/0	0/0/0	0/0/0	
5	0/0/0	0/0/0	0/0/0	
6	0/0/0	0/0/0	0/0/0	
7	0/0/0	0/0/0	0/0/0	
8	0/0/0	0/0/0	0/0/0	
9	0/0/0	0/0/0	0/0/0	
10	0/0/0	0/0/0	0/0/0	
11	0/0/0	0/0/0	0/0/0	
12	0/0/0	0/0/0	0/0/0	
13	0/0/0	0/0/0	0/0/0	
14	0/0/0	0/0/0	0/0/0	
15	0/0/0	0/0/0	0/0/0	

MATRIZ PROVA RELATIVA * CK/OK+NCK - INC/DK+NDK * (PORCENTUAL)

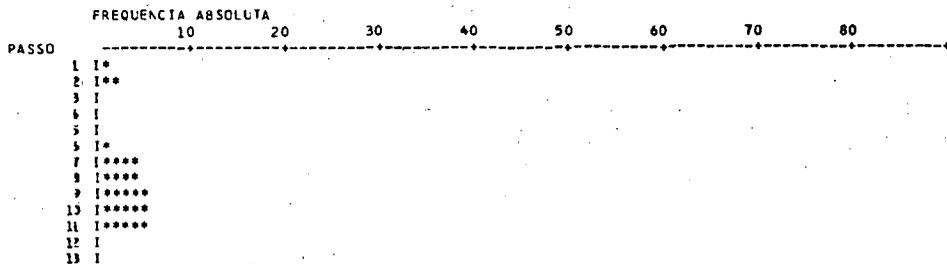
PASSO	TIPO A	TIPO B	TIPO C	TIPO D	TIPO E	SOMA DO PASSO
1	94.1 - 35.3	66.7 - 44.4	100.0 - 100.0	100.0 - 40.0	0.0 - 0.0	87.5 - 40.6
2	69.2 - 38.5	76.5 - 47.1	0.0 - 0.0	36.4 - 27.3	100.0 - 0.0	64.3 - 38.1
3	55.0 - 25.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	95.0 - 25.0
4	92.0 - 20.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	92.0 - 20.0
5	81.3 - 68.8	77.8 - 44.4	100.0 - 50.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	81.5 - 59.3
6	80.0 - 40.0	64.3 - 42.9	50.0 - 75.0	100.0 - 0.0	0.0 - 0.0	70.6 - 44.1
7	100.0 - 20.0	61.5 - 15.4	0.0 - 0.0	100.0 - 33.3	0.0 - 0.0	80.8 - 19.2
8	100.0 - 33.3	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	100.0 - 33.3
9	91.7 - 0.0	62.5 - 25.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	80.0 - 10.0
10	100.0 - 16.7	100.0 - 25.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	100.0 - 20.0
11	100.0 - 20.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	100.0 - 20.0
12	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0
13	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0

*** CURSO PERSONALIZADO DE FISICA 4 ***** SITUACAO GERAL DO CURSO EM 24/11/1975 ***

MATRIZ HORARIO * NC DE CK / NO DE NCK / NO DE INC * NO DE ALUNOS = 31 NO DE PASSOS = 13

PASSO	SABADO	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1	2/1/1	12/1/9	0/0/0	13/2/1	0/0/0	1/0/2
2	3/2/3	8/6/6	0/0/0	15/5/5	1/0/0	0/2/2
3	3/0/1	11/0/3	0/0/0	5/0/1	0/0/0	0/1/0
4	7/2/1	5/0/0	1/0/0	4/0/0	0/0/0	6/0/4
5	2/1/5	9/4/2	0/0/0	10/0/7	0/0/0	1/0/2
6	3/2/4	8/5/7	0/0/0	8/3/3	4/0/1	1/0/0
7	0/2/0	7/2/2	0/0/0	10/1/2	4/0/1	0/0/0
8	3/0/1	5/0/4	0/0/0	7/0/0	0/0/0	3/0/1
9	2/1/1	8/3/0	0/0/0	5/0/0	0/0/0	1/0/1
10	2/0/2	4/0/0	0/0/0	4/0/0	0/0/0	0/0/0
11	0/0/0	0/0/1	0/0/0	5/0/0	0/0/0	0/0/0
12	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0
13	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0

HISTOGRAMA DOS PASSOS COMPLETADOS



PASSO MEDIC = 8.2
 DESVIO PADRAO = 2.7
 ALUNOS MATRICULADOS = 31
 FREQUENCIA REAL = 27

TEMPO MEDIO APROXIMADO, EM DIAS, POR PASSO

PASSO 1 1 2 1 3 1 4 1 5 1 6 1 7 1 8 1 9 1 10 1 11 1 12 1 13 1
 DIAS 114.2 115.4 122.3 17.8 18.8 19.7 16.8 113.1 14.4 18.0 114.2 10.0 10.0 1

*** CURSO PERSONALIZADO DE FISICA 4 ***** SITUACAO GERAL DO CURSO EM 24/11/1975 ***

RELACAO DOS ALUNOS EM ORDEM DECRESCENTE POR PASSO

LISTA DE CONTROLE

CODIGO UTILIZADO
 999 FALTA REGISTRO DE OK PARA ALGUM PASSO
 -1 ESSE ALUNO NAO INICIOU O CURSO
 NO POSITIVO TEMPO EM DIAS DESDE O ULTIMO OK

ALUNO	PASSO	ALUNO	CODIGO
3	11	1	999
4	11	2	5
5	11	3	5
15	11	4	999
24	11	5	5
6	10	6	2
7	10	7	5
9	10	8	999
18	10	9	5
19	10	10	-1
8	9	11	5
13	9	12	-1
14	9	13	2
16	9	14	2
27	9	15	5
1	8	16	14
2	8	17	-1
11	8	18	7
20	8	19	999
23	7	20	2
25	7	21	-1
28	7	22	104
31	7	23	999
26	6	24	5
29	2	25	999
30	2	26	999
22	1	27	999
-1	-1	28	999
-1	-1	29	19
-1	-1	30	92
-1	-1	31	999

A AVALIACAO DO PASSO 10 FEITA PELO ALUNO 27 EM 22/11 COM MONITOR 5 FICOU INCOMPLETA

A AVALIACAO DO PASSO 10 FEITA PELO ALUNO 16 EM 22/11 COM MONITOR 5 FICOU INCOMPLETA

A AVALIACAO DO PASSO 8 FEITA PELO ALUNO 8 EM 17/11 COM MONITOR 7 FICOU INCOMPLETA

A AVALIACAO DO PASSO 6 FEITA PELO ALUNO 23 EM 13/11 COM MONITOR 6 FICOU INCOMPLETA

A AVALIACAO DO PASSO 3 FEITA PELO ALUNO 31 EM 8/11 COM MONITOR 6 FICOU INCOMPLETA

A AVALIACAO DO PASSO 5 FEITA PELO ALUNO 25 EM 8/11 COM MONITOR 5 FICOU INCOMPLETA

A AVALIACAO DO PASSO 3 FEITA PELO ALUNO 25 EM 3/11 COM MONITOR 2 FICOU INCOMPLETA

E₃ – APLICAÇÃO DE UM MÉTODO COOPERATIVO A DUAS CLIENTELAS DISTINTAS

QUINTAS, José Silva, COUTINHO, Marilda e LOBO, Ozitha Ottoni
Teatini de Andrade.

Universidade de Brasília – DF

Relatamos, abaixo, a aplicação de um método de ensino cooperativo a duas clientelas distintas, durante o 1º semestre de 1975, como parte de trabalhos desenvolvidos no Curso de Estágio Supervisionado no Departamento de Física da Universidade de Brasília.

Um dos grupos (Grupo 1) era composto, apenas, por alunas de um colégio particular, todas de alto nível sócio-econômico. Outro (Grupo 2), por alunos do curso noturno de um colégio público. Como alunos do curso noturno, 70% trabalhavam em dois turnos e pertenciam à faixa de renda baixa.

A duração do curso foi de 36h para o Grupo 1 e 24h para o Grupo 2.

Os objetivos de ensino foram formulados através da técnica de Mager em dois níveis: cognitivos, "conhecimento" e "compreensão", da classificação de objetivos de Nedelsky.

O planejamento didático do curso foi organizado de forma que, a um mesmo tema do curso correspondia um par de atividades, uma de "conhecimento" e outra de "compreensão". Para cada atividade elaborou-se um "Guia de Estudo" contendo os objetivos de cada uma e os "procedimentos" para atingí-los, os quais eram distribuídos com antecedência. Constavam ainda, do planejamento, atividades de laboratório.

Para as atividades do Grupo 1 foram utilizadas apostilas e textos do PSSC, de Ótica, e para o Grupo 2, apostilas do Projeto de Ensino de

Física, de Eletricidade (na época ainda não publicadas).

As atividades de "conhecimento" para o Grupo 1 compreendiam leitura prévia do texto, teste no início da aula e discussão do mesmo. Para o Grupo 2 os alunos liam e discutiam o texto, em grupo, com assistência da estagiária, durante as aulas. Em seguida, havia uma discussão geral coordenada pela estagiária.

Na atividade de "Compreensão" os alunos resolviam, em grupo, situações-problemas de acordo com os objetivos propostos. Após o laboratório e síntese geral havia um teste individual a nível de "compreensão", para o Grupo 1 e para o Grupo 2, a nível de "compreensão" e "conhecimento".

Os dados exibidos na tabela abaixo, foram obtidos através de um questionário aplicado a ambos os grupos.

OPINIÃO	Grupo 1	Grupo 2
O método foi mais fácil	80%	60%
Desejável aula expositiva antes da leitura do texto	90%	65%
Gostariam de continuar estudando por este método	90%	85%

O objetivo deste estudo era o de verificar as condições encontradas em dois colégios da rede de ensino do Distrito Federal, um particular e outro público, e através da utilização de um método de "ensino cooperativo", levantar possíveis sugestões que pudessem melhorar o processo ensino-aprendizagem.

A aplicação do método de ensino cooperativo a duas clientela distintas foi realizada por duas estagiárias, du-

rante o primeiro semestre de 1975, e fazia parte dos trabalhos desenvolvidos no Curso de Estágio Supervisionado, no Departamento de Física da Universidade de Brasília.

SUJEITOS

O Grupo 1 era composto por 18 alunas de alto nível sócio-econômico que faziam o 2º ano - II Grau, do Centro Educacional Maria Auxiliadora - CEMA, Colégio particular. A idade média destas alunas era 17 anos e apenas uma trabalhava em um período.

O Grupo 2, compunha-se de 24 alunos, 6 do sexo feminino e 18 do sexo masculino, que frequentavam o 3º ano - II Grau, noturno, do Centro Integrado de Brasília - CIB, Colégio da rede oficial do Distrito Federal. Estes alunos pertenciam à faixa de renda baixa, com idade média de 19 anos, sendo que 70% deles trabalhavam em dois períodos e 10% apenas em um.

A matéria estudada pelo Grupo 1 foi Ótica Geométrica, com duração de 36 h, e pelo Grupo 2 foi Eletricidade, com duração de 24 h.

PROCEDIMENTO

Comportamento inicial

Grupo 1 - As técnicas utilizadas para medir o comportamento inicial foram: observação e indagações verbais.

A *Observação Ocasional* forneceu dados importantes sobre comportamentos incompatíveis com a aprendizagem, como falta de motivação para o estudo de Ciências Exatas, principalmente Física; nível de conhecimento insuficiente em Matemática.

As *Indagações Verbais*, feitas para toda a turma, sobre a matéria a ser desenvolvida, demonstrou algum conhecimento de Ótica Geométrica. Possuíam informações sobre luz, lentes e instrumentos óticos, informações estas, sem bases científicas. Foi verificada a ausência de conhecimentos de laboratório feito trabalhos práticos anteriormente. Foi observado também que as alunas não tinham conhecimento da maio-

ria dos termos técnicos usados em Física.

Grupo 2 - Durante a primeira semana de estágio, foi feita uma sondagem através de um questionário e de observações sobre o comportamento dos alunos em relação aos colegas, ao professor, ao interesse pela disciplina, à participação na aula expositiva, ao teste e à aula prática. Foi observado que apenas uma minoria dos alunos manifestava grande interesse pela disciplina e participava intensamente nas aulas expositivas. Notou-se também, que toda a turma apresentava grande deficiência em Matemática, e esta era uma das razões pela qual o grupo possuía pouca motivação em relação à matéria. Quanto às aulas de laboratório, verificou-se que estas não eram bem aproveitadas pelos alunos devido a grandes deficiências do laboratório de Física e de não estar organizado o laboratório de eletricidade.

Tempo

Para ambos os grupos, as aulas eram de quarenta e cinco minutos, assim distribuídas:

Grupo 1 - 6 ^a feira = 2 aulas	Grupo 2 - 3 ^a feira = 2 aulas
sábado = 1 aula	4 ^a feira = 1 aula
	6 ^a feira = 3 aulas

Descrição do Método

O método utilizado em ambos os estágios foi basicamente o de Estudo Dirigido.

No início do curso foi descrito aos alunos o conteúdo que seria desenvolvido durante o período de estágio. Era entregue aos alunos, sempre com uma semana de antecedência, uma "guia de estudo", compreendendo: lista de objetivos, procedimento sugerido e o texto. Foram realizadas ainda atividades de laboratório.

Os objetivos de ensino foram formulados através de Marger (1962) em dois níveis cognitivos para o Grupo 1: *conhecimento*¹ e *compreensão*²; e em três para o Grupo 2: *conhecimento*, *compreensão* e *resolução de problemas*³. Os objetivos abrangiam, em princípio, totalmente a unidade a ser es-

tudada.

Devido às diferenças intrínsecas a cada grupo, alguns aspectos do planejamento didático foram específicos a cada um.

Grupo 1

Para as atividades deste grupo foram utilizadas apostilas e textos PSSC, de Ótica. A leitura do texto era feita previamente e no início de cada aula era dado um teste de "conhecimento", também baseado, fundamentalmente, nos objetivos propostos. Estes testes eram imediatamente corrigidos pelas próprias alunas (cada uma corrigia o teste da outra) e depois discutidos em sala, ocasião em que a estagiária fazia uma síntese da matéria estudada. Durante a correção do teste, era feita uma tabela no quadro, onde eram colocados os erros e acertos de cada questão, relativos a cada aluna. Através do comentário relativo a cada questão e do resultado obtido, cada aluna decidia se o seu desempenho havia sido satisfatório ou não. Um desempenho satisfatório exigia que todas as respostas fossem funcionalmente corretas. Em caso afirmativo, a aluna passava para a tarefa seguinte que se constituía de um Estudo Dirigido. Se não, a aluna passava a estudar os itens que havia errado, tirava dúvidas com a estagiária, e, sentindo-se mais segura, passava a executar o Estudo Dirigido.

Além disto, foram dadas aulas expositivas quando se observava a necessidade de uma motivação maior ou dificuldades que as alunas estavam encontrando.

Foram realizadas experiências no laboratório sobre os assuntos mais importantes do conteúdo. Os trabalhos de laboratório foram elaborados visando uma melhor compreensão dos textos e também para colocar as alunas em contato direto com os conteúdos da aprendizagem, pois através de equipamentos e materiais, as alunas eram levadas a experimentar, a fim de concluir a respeito de certas leis e verificar fatos.

Ao final do curso foi dado um teste de múltipla escolha, no qual estavam representados os objetivos mais signifi-

ficativos dos textos estudados. A cada questão respondida corretamente foi computado 1/2 ponto, não sendo aplicada nenhuma fórmula para correção de palpites ou descontos de erros.

Grupo 2

Foi planejado inicialmente que a estagiária desenvolveria durante o estágio todo o programa pedido pela Fundação Educacional do Distrito Federal a partir de Corrente Elétrica. Porém, o estágio começou quase um mês depois do tempo previsto e além disto, foram dadas quatro aulas expositivas sobre resolução de equações do primeiro grau, Campo Elétrico e Diferença de Potencial Elétrico, pois os alunos não poderiam ter um bom aproveitamento nos Estudos Dirigidos sem conhecimentos mínimos sobre tais assuntos. Contudo, devido às contingências de ensino-aprendizagem vivenciadas, uma grande parte do programa foi vista como consequência natural do assunto que estava sendo estudado.

Devido aos alunos, em média, não disporem de muitos recursos, não possuírem uma boa base tanto em Matemática quanto em Física e a quase ausência de um texto de eletricidade que se adaptasse a essas condições, foi utilizada uma apostila do Projeto de Ensino da Física que foi cedida por professores relacionados ao Grupo da Universidade de São Paulo. A apostila utilizada - Corrente Elétrica - na época ainda não publicada, foi elaborada pelos professores Eliseu G. de Pieri, José Pinho A. Filho e Judite F. Almeida, sob a coordenação dos professores Ernest W. Hamburger e Giorgio Moscati.

O Estudo Dirigido 1 (E.D.-1) compreendia as seções 1, 2 e 3 da apostila ("Campo no Interior do Fio Condutor", "Intensidade de Corrente Elétrica" e "A Unidade de Corrente Elétrica"), o laboratório, a seção 4 ("Medida de Corrente Elétrica") e o Estudo Dirigido 2 (E.D.-2), a seção 5 ("Corrente Contínua e Alternada").

A fim de dar uma visão geral do conteúdo aos alunos, no início de cada aula, a estagiária fazia uma explanação do

conteúdo do Estudo Dirigido, relacionando-o com os assuntos já abordados. Após a explanação, os alunos liam e discutiam o texto em grupo, à medida em que iam respondendo às perguntas do texto. No final da aula, havia uma discussão geral coordenada pela estagiária.

Para o primeiro Estudo Dirigido foram aplicados dois testes, tendo em vista o fato de que oito alunos não puderam comparecer quando o primeiro foi aplicado (teste 1a). Para estes alunos foi feito, duas semanas mais tarde, um outro teste (1b), cujas questões correspondiam aos mesmos objetivos operacionais do primeiro.

Para o E.D.-2 só foram feitos *objetivos de conhecimento*. Como não se dispunha de mais tempo, ao teste do E.D.-2 foram acrescentadas algumas questões referentes aos objetivos mais representativos do E.D.-1 e do Laboratório.

Para ambos os grupos, imediatamente após o teste final foi entregue, a cada aluno, um questionário de avaliação do curso composto de 30 perguntas, objetivas e subjetivas, através do qual foram levantados dados sobre as expectativas iniciais dos alunos, sobre fatores como a presença da estagiária, aulas expositivas, apresentação de objetivos operacionais, experiências realizadas, texto e participação durante as aulas.

RESULTADOS

Grupo 1

1. Das dezoito alunas matriculadas, cinco não conseguiram alcançar o rendimento mínimo exigido. Das treze, 36% conseguiram nota superior a oito e 64%, notas entre seis e oito.
2. Verificando-se os resultados obtidos nos quatro testes e nos três estudos dirigidos, notou-se que para as questões a nível de compreensão, relacionadas com experiências vividas pelas alunas, bem como as experiências de laboratório, a percentagem de acerto foi bem alta; nas situações-problema apresentadas sem

relação com a vivência das alunas, este rendimento foi baixo.

3. Na primeira unidade - Espelhos Esféricos - foi interessante observar que a percentagem de acerto mínimo no teste de conhecimento foi 72,2% e no Estudo Dirigido, esta percentagem caiu muito, chegando a 0% em alguns objetivos.
4. Na segunda unidade - Lentes - as alunas fizeram um trabalho prático antes do teste de conhecimento. As questões, no teste, relativas à experiência, tiveram uma percentagem de acerto bem alta (95%).
5. Para a terceira unidade não foi dado o teste de conhecimento. Nesta unidade, por ter sido considerada a mais difícil pela estagiária, foi dada uma aula expositiva, com apresentação de transparências e painéis, a fim de sanar as dificuldades encontradas no texto. Os resultados do teste de compreensão foram bem satisfatórios, registrando-se uma percentagem de 70% de acerto.
6. No teste final, constatou-se uma nítida queda nas percentagens de acerto. Mas é curioso notar que, nas questões relativas ao trabalho prático realizado sobre lentes, foi verificada uma percentagem superior ao teste de conhecimento, o que não ocorreu com os acertos relativos aos trabalhos práticos de refração, que no teste final teve sua percentagem reduzida.

Grupo 2

1. No primeiro teste do E.D.-I as percentagens de acerto nas questões de *conhecimento* foram bem superiores às de *compreensão*, sendo que a questão de *resolução de problemas* teve uma percentagem de 18,2%.
2. Os resultados do segundo teste do E.D.-I foram geralmente superiores aos do primeiro teste, sendo que a percentagem da questão de *resolução de problemas* au-

mentou consideravelmente (de 18,2% para 60%). O objetivo do trabalho de Laboratório, que foi testado, apresentou um índice de acerto de 71,4%.

3. O número total de questões que foram deixadas em branco pelos alunos diminuiu do teste 1a. para o 1b. e deste para o teste final.
4. A partir das perguntas objetivas do questionário, concluiu-se que mais da metade dos alunos (65%) gostaram de saber que uma estagiária iria dar aulas na turma e geralmente os alunos que ficaram indiferentes a isto, também se mostraram indiferentes ao método.
5. Da mesma forma, a maior parte dos alunos achou mais fácil trabalhar com o método utilizado, assim como gostaria que houvesse uma aula expositiva antes da leitura do texto.
6. Para a maior parte dos alunos (65% e 75% respectivamente) os objetivos operacionais e a experiência ajudaram a compreender a matéria.
7. Os alunos foram quase unânimes (mais de 85%) em achar que a aula de síntese antes do teste, que a maneira como foi apresentada a matéria no texto, bem como as perguntas que foram formuladas no mesmo, ajudavam na compreensão do assunto estudado. Também acharam que a *conversação didática* desenvolvida após o teste (*feedback* imediato) tirava as dúvidas ainda existentes.
8. Da mesma forma, foram quase unânimes em concordar que a frequência de participação no estágio foi maior.

Dos resultados inferidos a partir das perguntas subjetivas do questionário, temos:

1. Durante as três séries do Segundo Grau, as matérias que os alunos encontraram maior dificuldade foram as de Ciências Exatas - exceto Física, sendo que o maior índice de dificuldade em Física foi encontrado no primeiro ano.

2. Além disto, os alunos se manifestaram satisfeitos em saber que suas situações de aprendizagem iriam ser modificadas durante o estágio.

DISCUSSÃO

Apesar dos grupos apresentarem características bastante distintas, os resultados deste estudo apresentaram bastante congruência no que se refere tanto aos fatores que facilitaram a aprendizagem, quanto aos que constituíram dificuldades. Portanto, fatores a ser considerados num futuro estudo a ser realizado.

Entre os fatores que facilitaram a aprendizagem temos:

- 1º) - O fato do estágio constituir uma experiência nova e de propor novas vivências educacionais.
- 2º) - O incentivo dado a ambos os grupos, a criação de um clima de auto-confiança e responsabilidade, o encorajamento para que os alunos *enfrentassem o risco* na aprendizagem, isto é, para que tentassem responder as perguntas sem medo ou vergonha de errar, e o fato do método, juntamente com as contingências acima, incentivar a independência intelectual.
- 3º) - As experiências de laboratório foram altamente produtivas, tanto pela dinamização do estudo, como pela percentagem alcançada nos objetivos operacionais de laboratório e pela aprendizagem informal e não induzida que propiciou.

Entre os fatores que dificultaram a aprendizagem, podemos citar:

- 1º) . Dificuldades administrativas.
- 2º) - O fato dos alunos estarem muito acostumados a aprender através de aulas expositivas apenas, e portanto, serem profundamente dependentes do professor.
- 3º) - Pouco tempo disponível para mudança gradativa de hábitos de estudo, principalmente no que se refere à utilização dos objetivos operacionais e capacidade de iniciativa individual.

CONCLUSÃO

Os resultados mostraram a existência de uma situação imprópria à aprendizagem, mas também que os alunos são muito sensíveis à tentativa de maior organização e esforço docente no sentido de oferecer melhores condições de aprendizagem.

Através do questionário respondido pelos alunos no final do curso, ficou clara a importância da utilização do laboratório, da aula expositiva, principalmente para se relacionar a aprendizagem nova com os conhecimentos antigos que os alunos já possuíam sobre o assunto. Concluiu-se também que as perguntas inseridas no texto possibilitavam uma auto-avaliação dos alunos, que servem como *feedback* e reforço para a aprendizagem.

IMPLICAÇÕES

Sugere-se que, num projeto futuro, seja feito um estudo experimental onde se possa fazer controle do maior número possível das variáveis que interferem no processo ensino-aprendizagem e onde os grupos de alunos tenham as mesmas condições e características. Desta maneira, o método de ensino cooperativo poderá ser melhor avaliado.

Recomenda-se, ainda, que seja feito o maior número possível de experiências no laboratório.

Enfatiza-se a grande necessidade de haver um entrosamento entre as equipes de Física e de Matemática.

Finalmente, sugere-se, como foi vivenciado pelas duas estagiárias, que haja também um relacionamento cooperativo entre o professor de Estágio Supervisionado, o professor da disciplina e os estagiários, possibilitando assim melhor planejamento conjunto e, ao mesmo tempo, criando condições para atualização dos professores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1, 2 e 3 - Correspondem às competências de aprendizagem sugeridas por L. Nedelsky - "Science Teaching and Testing".

NEDELSKY, L. - "*Science Teaching and Testing*". Universidade Federal da Bahia, Departamento de Matemática e Ciências Experimentais. Texto mimeografado.

MAGER, Robert F. - "*Preparing Instructional Objectives*". - Belmont, Califórnia: Fearon Publishers, 1962.

615

1. O número de alunos que cursaram Física Geral pelo método Keller aumentou de semestre para semestre até o segundo semestre de 1974 e diminuiu a partir do primeiro semestre de 1975 em relação ao anterior. O aumento foi provocado pelos bons resultados obtidos nas pesquisas realizadas com o método, o que levou um grupo maior de professores a adotar o ensino individualizado. Com isso, ele também passou a ser utilizado em disciplinas de graduação mais avançadas. O decréscimo do número de estudantes a partir do primeiro semestre de 1975 foi ocasionado pela redução do número de turmas Keller, provocada, essencialmente, pela falta de monitores e

617

E₄ - O SISTEMA KELLER EM FÍSICA GERAL NA UFRGS

BUCHWEITZ, Bernardo e DIONISIO, Paulo H.

Instituto de Física da UFRGS

O método Keller vem sendo aplicado ao ensino de Física Geral do Instituto de Física da UFRGS desde 1973, numa tentativa de solução de alguns problemas relacionados com o processo ensino-aprendizagem.

Este sistema de ensino, juntamente com outros sistemas de instrução individualizado, tem propiciado a realização de pesquisas em Física

mente amadurecidos para enfrentar as suas atividades no curso Keller, opinião que também concorda com a dos próprios monitores, anteriormente relatada.

Verifica-se, também, na opinião dos professores, que em média os monitores têm boa interação com os estudantes e que a sua atitude em relação ao curso e ao sistema de testagem é boa.

COMENTÁRIOS

Das opiniões manifestadas pelos monitores e professores nos questionários podemos concluir que há por parte deles uma atitude favorável em relação ao método Keller e à sua utilização em Física Geral, em nosso meio.

Destas opiniões, é possível constatar que em certos aspectos (motivação, definição de objetivos, estímulos) o método Keller leva vantagens sobre o sistema tradicional e há, da parte dos professores, uma preferência pelo método Keller, provavelmente decorrente destas e de outras vantagens.

Também é possível verificar a concordância entre as opiniões dos monitores e professores e as dos alunos sobre o uso do guia de estudos e a sua importância para a aprendizagem, o número de horas de estudo, o domínio completo do conteúdo e outras atividades dos alunos no curso Keller.

As respostas dadas também demonstram que, de maneira geral, os monitores têm boas interações com os estudantes, manifestam entusiasmo em exercer suas atividades, aprendem muito sobre o conteúdo da disciplina ao exercer as atividades de monitor e têm uma boa atitude em relação ao curso e ao sistema de testagem.

Também podemos constatar que existem alguns aspectos relacionados com os monitores que podem ser melhorados. Assim, por exemplo, uma melhor orientação dos monitores no seu trabalho deve melhorar e dinamizar a execução do curso Keller. Uma boa programação acompanhada de uma má execução certamente não resulta num curso eficiente. A execução falha e o uso do método Keller sem conhecê-lo devidamente (o que

teñde a provocar modificações no sistema) estão entre as razões principais de insucesso com o método⁵. Consideramos que uma medida importante para manter um bom controle da execução do curso Keller é não trabalhar com um número excessivo de monitores e, conseqüentemente, de alunos. Em números, ministrar o curso para turmas com no máximo 30 alunos e para cada dez alunos, um monitor. Para a realização das unidades que envolvem experiências de laboratório é aconselhável contar com mais um monitor e uma sala separada para a realização das experiências, especialmente as de ótica.

O fato de que a maior parte dos professores e dos monitores concorda com a afirmação de que alguns monitores não estão suficientemente amadurecidos para enfrentar as atividades no curso Keller sugere que se deva usar, como monitores, alunos mais avançados em seus estudos ou melhorar a seleção entre os que recém concluíram a disciplina. Acreditamos que o problema está na melhor seleção, uma vez que houve dificuldades na seleção dos monitores mais capacitados no primeiro semestre de 1975, motivada principalmente por um interesse não muito grande em exercer as atividades de monitor. Esta falta de interesse parece estar ligada à remuneração pela função, considerada baixa pelos monitores. Este é um ponto importante que merece ser investigado no futuro, com a finalidade de procurar uma melhor solução para o problema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BUCHWEITZ, B. e DIONÍSIO, P. H., "O Sistema Keller em Física Geral na UFRGS", comunicação apresentada no 3º Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, janeiro de 1976.
2. KERLINGER, F. N., "Foundations of Behavioral Research", New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1971.
3. BUCHWEITZ, B., "Estudo sobre os Métodos Keller, Audiotorial e de Estudo Dirigido em Física", Dissertação apresentada no Instituto de Física da UFRGS para a obtenção do Grau de Mestre em Física, 1975.

7. Os objetivos não são muito utilizados pelos estudantes nos seus estudos.
8. Em geral o estudante escolhe as atividades propostas nos roteiros para atingir os objetivos.
9. Os estudantes dão alta importância ao roteiro (guia de estudo).
10. O método Keller desenvolve uma certa autonomia na maneira de estudar do aluno.
11. A maioria dos alunos se manifesta favoravelmente ao método Keller.
12. Frequentemente os alunos se queixam do elevado número de horas de estudo que dedicam ao curso Keller.
13. Existem manifestações desfavoráveis por parte dos alunos em relação ao método Keller.
14. Estas manifestações são frequentes.
15. No início do curso os alunos se preparam melhor do que no fim do curso para realizar o teste da unidade.
16. Com o desenrolar do curso os alunos aumentam seu ritmo.
17. Frequentemente os alunos se manifestam contra a avaliação com 100% de acerto.

CF	C	S0	D	DF
1	4	7	8	5
7	15	3	0	0
14	9	2	0	0
12	11	2	0	0
2	15	5	3	0
7	15	2	1	0
1	16	6	2	0
1	1	7	13	3
6	12	3	4	0
1	11	5	7	1
1	16	2	4	2

18. As comunicações dos monitores com os alunos são insuficientes.
19. Os monitores deveriam ser melhor orientados no seu trabalho.
20. Acertar 100% do teste para passar de unidade não é encarado com demasiado rigorismo pelos monitores.
21. Eu me guio pelas soluções dos testes na hora da correção.
22. As soluções dos testes uniformizam as correções.
23. O monitor deve ser adequadamente instruído para a sua atividade de corrigir testes.
24. Em média, os monitores desempenham bem as suas funções no curso.
25. Alguns monitores não desempenham bem as suas funções no curso.
26. Parte dos monitores não está suficientemente amadurecida para enfrentar as suas atividades no curso Keller.
27. Em média, os monitores têm boa interação com os estudantes.
28. Alguns monitores não têm boas interações com os estudantes.
29. A atitude dos monitores em relação ao curso é boa.

CF	C	SO	D	DF
0	3	6	10	6
1	10	4	10	0
3	13	3	4	2
1	14	1	8	1
5	14	1	5	0
13	11	0	1	0
2	17	6	0	0
1	10	11	3	0
1	16	5	3	0
8	16	0	0	1
1	6	11	7	0
3	20	2	0	0

30. A atitude dos monitores em relação ao esquema de testagem é boa.
31. O valor da bolsa (Cr\$ 300,00 por mês) do monitor é baixo.
32. O baixo valor da bolsa do monitor tem desestimulado a seleção de monitores mais capazes.
33. Aprendi muito sobre o conteúdo da disciplina ao exercer a atividade de monitor.
34. Não fui adequadamente orientado pelo professor nas minhas atividades de monitor.
35. É muito difícil corrigir testes de alunos colegas de curso.
36. O monitor necessita conhecer muito bem o conteúdo da disciplina.
37. Recomendaria a colegas meus a monitoria num curso Keller.
38. Gostaria mais de exercer as atividades de monitor em uma disciplina onde não se usa o método Keller.
39. Recomendaria a meus amigos que ainda não cursaram Física que o façam numa turma onde será usado o método Keller.
40. Tive dificuldade de acompanhar o ritmo de alguns alunos no curso Keller.

CF	C	SO	D	DF
4	17	2	2	0
20	5	0	0	0
9	7	6	2	1
17	8	0	0	0
1	4	5	7	8
2	7	1	13	2
12	12	0	1	0
10	11	3	1	0
0	2	9	8	6
11	12	2	0	0
1	7	1	14	2

Observações, comentários e outras contribuições:

APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO RESPONDIDO PELOS PROFESSORES

Na grade ao lado das afirmações, marque X no retângulo correspondente à sua opinião em relação à afirmação feita. A convenção é a seguinte: marque CF se você *concorda fortemente* com a afirmação; C se você *simplesmente concorda*; S0 (sem opinião) se você *não tem opinião* formada em relação à afirmação; D se você *simplesmente discorda* do que foi afirmado e DF se você *discorda fortemente*.

1. O sistema Keller não oferece tantos estímulos para o estudo do conteúdo como o sistema tradicional.
2. Através do sistema Keller o estudo feito para atingir os objetivos é mais completo do que pelo sistema tradicional.
3. A programação Keller é, de modo geral, mais motivadora para o estudante do que a programação tradicional.
4. Se me fossem dadas condições e a oportunidade de escolher entre os sistemas tradicional e Keller para adotar no meu curso, escolheria o sistema tradicional.
5. Não necessitamos desenvolver um método (ou métodos) de ensino com uma maior variedade de recursos de aprendizagem adequados a diferentes grupos de alunos.

	CF	C	S0	D	DF
1.	0	1	0	6	5
2.	3	7	1	1	0
3.	3	7	1	1	0
4.	0	0	0	9	2
5.	0	0	1	2	9

6. Os programas de cada unidade não foram suficientemente claros para que os alunos pudessem guiar-se por eles.
7. A programação do método Keller foi suficientemente bem organizada para que o aluno pudesse estudar sozinho.
8. O método Keller funciona bem para as turmas da noite.
9. O método Keller funciona melhor com as turmas da noite do que outros sistemas de ensino.
10. Os alunos das turmas noturnas gostam mais do método Keller do que os das turmas diurnas.
11. O método Keller não requer unidades de revisão para integrar o conteúdo do curso.
12. Um exame final pode desempenhar a função de unidade de revisão.
13. Os testes de uma mesma unidade nem sempre foram equivalentes.
14. Não devemos incluir no teste itens que exigem habilidades que não constam nos objetivos.
15. Parte das questões do teste devem exigir comportamentos mais complexos do que simplesmente emitir um conhecimento.

CF	C	SO	D	DF
0	0	1	9	2
3	8	1	0	0
2	4	5	1	0
0	5	6	1	0
0	2	10	0	0
0	1	3	3	4
0	5	0	5	2
0	5	2	4	1
7	4	0	1	0
6	4	1	1	0

16. Cada versão do teste não necessita avaliar todos os objetivos propostos na unidade.
17. Os testes da mesma unidade são diferentes uns dos outros, mas cada versão deve reunir toda a matéria básica abordada.
18. A falta de melhores condições das salas de testagem, laboratório e atendimento tem baixado a qualidade do curso.
19. Para o curso de Física Geral o livro-texto adotado não satisfaz plenamente no que se refere ao conteúdo apresentado.
20. O livro-texto adotado no curso satisfaz plenamente no que se refere às questões.
21. O livro-texto adotado no curso não satisfaz plenamente no que se refere aos problemas apresentados.
22. O aproveitamento nas experiências de laboratório individualmente realizadas pelo método Keller é maior do que quando realizadas em grupo.
23. Na elaboração e reformulação da programação o professor deve levar em conta os objetivos previamente especificados.

CF	C	SO	D	DF
0	3	0	6	3
5	7	0	0	0
4	3	2	4	0
0	5	2	5	0
0	8	2	1	0
0	2	2	8	0
3	5	2	2	0
7	4	0	0	0

24. Alterar testes e roteiros no sentido de aprimorá-los deve ser uma incumbência constante do professor.
25. A elaboração dos guias de estudo e dos testes da unidade é a atividade fundamental do professor ao lado da coordenação (execução) do curso.
26. As comunicações do professor com os alunos são insuficientes.
27. O método Keller desenvolve uma certa autonomia na maneira de estudar do aluno.
28. Os estudantes não dão alta importância ao roteiro (guia de estudo).
29. Em geral o estudante escolhe as atividades propostas nos roteiros para atingir os objetivos.
30. A maioria dos alunos se manifesta favoravelmente ao método Keller.
31. Frequentemente os alunos se queixam de elevado número de horas de estudo que dedicam ao curso Keller.
32. Frequentemente os alunos se manifestam contra a avaliação com 100% de acerto.
33. Existem manifestações desfavoráveis por parte dos alunos em relação ao método Keller

CF	C	SO	D	DF
10	2	0	0	0
8	4	0	0	0
1	4	0	6	1
4	6	2	0	0
1	1	0	5	5
1	6	1	2	2
1	7	1	3	0
4	8	0	0	0
1	10	0	1	0
0	9	1	2	0

34. Estas manifestações são frequentes.
35. No início do curso os alunos se preparam melhor do que no fim do curso para realizar o teste da unidade.
36. Com o desenrolar do curso os alunos aumentam seu ritmo.
37. Os monitores devem ser muito bem orientados no seu trabalho.
38. Os monitores se guiam pelas soluções dos testes na hora da correção.
39. As soluções dos testes têm como finalidade uniformizar as correções.
40. O monitor deve ser adequadamente instruído para a sua atividade de corrigir testes.
41. Em média, os monitores desempenham bem as suas funções no curso.
42. Alguns monitores são desempenham bem as suas funções no curso.
43. Alguns monitores não estão suficientemente amadurecidos para enfrentar as suas atividades no curso Keller.
44. Em média, os monitores têm boa interação com os estudantes.
45. Alguns monitores não têm boa interação com os estudantes.

CF	C	S0	D	DF
0	4	2	5	1
4	4	0	4	0
2	7	0	3	0
10	2	0	0	0
4	8	0	0	0
4	8	0	0	0
12	0	0	0	0
1	10	1	0	0
0	9	0	2	1
0	8	0	3	1
1	11	0	0	0
0	5	1	4	1

46.A atitude dos monitores em relação ao curso é boa.

47.A atitude dos monitores em relação ao esquema de testagem é boa.

48.O valor da bolsa (Cr\$ 300,00 por mês) do monitor é baixo.

49.O baixo valor da bolsa do monitor tem desestimulado a seleção de monitores mais capazes.

CF	C	SO	D	DF
1	10	1	0	0
1	9	1	1	0
6	4	2	0	0
5	2	4	0	1

Observações, comentários e outras contribuições:

.....

E₆ – APRENDIZAGEM E TEMPO, VARIÁVEIS COMPLEMENTARES. (*)

PERRET SERPA, L. F. e SERPA, B. S. P.

Faculdade de Educação – UFBA

Os métodos individualizados fixam a aprendizagem aceitável e deixam livre o tempo, ao contrário dos métodos socializados. Esse trabalho estuda o problema de relação tempo X aprendizagem com os diversos métodos.

A metodologia usada consistiu em aplicar um planejamento de um curso introdutório de Física na Universidade de Brasília, com três métodos de ensino:

- 1º) Método Keller (tempo variável e aprendizagem fixa) com quatro classes de 50 alunos.
- 2º) Método de Técnicas de Grupo (tempo fixo e aprendizagem variável) com duas classes de 50 alunos.
- 3º) Método de Exposição (tempo fixo e aprendizagem variável) com quatro classes de 50 alunos.

Os resultados indicam que o caráter complementar das variáveis depende do método de ensino e de variáveis ambientais extra-curso.

Conclui-se que o método de ensino deve ser centrado nas atividades do aluno e que o planejamento do curso precisa envolver as variáveis ambientais extra-curso.

(*) Trabalho de pesquisa de campo realizado no Departamento de Física da Universidade Nacional de Brasília no 1º semestre de 1974.

Os sistemas de ensino, sob forma ortodoxa, fixam o tempo de aprendizagem e preconizam distribuições de aproveitamento que, em geral, são normalizadas por uma curva de Gauss.

Sob o ponto de vista pedagógico, esta prática se mostra eficiente no sentido de transferir as desigualdades entre os seres humanos a níveis culturais cada vez mais sofisticados, perdendo-se a riqueza da influência de variáveis sócio-culturais e ambientais¹ sobre o tempo de aprendizagem x aproveitamento.

Por exemplo, nos países em desenvolvimento, onde as desigualdades entre as classes são relevantes, a fixação do tempo de aprendizagem acarreta, em nível primário, a evasão escolar e a repetência. Aos níveis secundários e superior, essa mesma prática conduz o sistema a baixos níveis de aprendizagem. Conseqüentemente, afeta a eficiência dos investimentos em educação. Se se particulariza o fato para o ensino de Ciências, as conseqüências são mais desastrosas nesses países, desde que tais sociedades não possuem uma tradição cultural ressonante com os métodos da Ciência.

O Plano Keller², um método individualizado de ensino, ao permitir que o aprendiz desenvolva a aprendizagem em seu ritmo, coloca em evidência as influências sócio-culturais e ambientais sobre a dualidade tempo de aprendizagem x aproveitamento. A característica fundamental que diferencia o Plano Keller dos outros métodos de ensino individualizado reside no uso de monitores³. Exatamente, são os monitores também alunos, que possibilitam a interação de dois seres humanos e, conseqüentemente, o aparecimento com maior clareza da influência das desigualdades sócio-culturais e ambientais sobre a dualidade tempo de aprendizagem x aproveitamento.

O objetivo desse trabalho é apresentar como o Plano Keller coloca em evidência a natureza complementar das variáveis tempo de aprendizagem e aproveitamento, além de mostrar a influência das características sócio-culturais e ambientais sobre essas variáveis.

Finalmente, pretendemos sugerir como se deverá introduzir modificações no planejamento de ensino com o uso do Plano Keller, a fim de que o sistema de ensino possa propiciar a atenuação das desigualdades, ao invés de transferi-las a níveis sócio-culturais superiores.

A COMPLEMENTARIEDADE DAS VARIÁVEIS APRENDIZAGEM E TEMPO.

No primeiro semestre de 1974, desenvolvemos uma experiência em um curso introdutório de Física para 500 alunos, no Departamento de Física da Universidade de Brasília. Essa experiência tinha os seguintes objetivos:

1. Analisar um planejamento de curso para um grande número de alunos, usando um modelo de ensino⁴.
2. Relacionar as características sócio-culturais e ambientais do aprendiz com a aprendizagem e o tempo⁵.
3. Relacionar a técnica de ensino com o desenvolvimento do planejamento⁶.

Nesse sentido, usamos dez classes de cinquenta alunos, aproximadamente equivalentes, distribuídas em três técnicas de ensino: quatro classes com o Plano Keller, duas classes com estudo dirigido e pequenos grupos de discussão e quatro classes com a técnica de exposição do material pelo instrutor.

Cada classe do Plano Keller tinha um instrutor de classe, três monitores, alunos de graduação, e um professor coordenador, enquanto cada classe de estudo dirigido e alunos grupos de discussão tinha um instrutor de classe e dois monitores, alunos de graduação. Cada classe com o uso da técnica de exposição tinha um instrutor de classe e um monitor, aluno de graduação. As classes de estudo dirigido e pequenos grupos de discussão, juntamente com as classes de técnica expositiva, tinham um professor coordenador.

Durante o desenvolvimento do curso, aplicou-se um questionário com 84 questões, a fim de discriminar cinco características de população-alvo: escolaridade, nível de aspi-

ração, aspectos sócio-econômicos, ambiente familiar e ambiente extra-familiar. A classificação da população-alvo se realizou em função da frequência de respostas, obtendo-se assim dois tipos de alunos em relação a cada característica: o típico e o atípico.

Dessa forma, para os objetivos da experiência, criamos as seguintes condições necessárias:

1. A aplicação de um planejamento, feito segundo um modelo de ensino, para um grande número de alunos.

2. A discriminação de alunos típicos e atípicos, segundo cinco características.

3. O uso de três técnicas, onde uma o tempo é variável e o aproveitamento fixo; as outras duas, o tempo é fixo e o aproveitamento variável, diferenciando-se através do papel do aprendiz (ativo em uma técnica e passivo em outra).

A hipótese da complementariedade das variáveis tempo e aprendizagem pode ser testada, desde que as populações nos diversos métodos são equivalentes e estão submetidas ao mesmo planejamento.

Em um determinado instante, a população Keller tem uma distribuição percentual nas diversas unidades do curso. Se este instante corresponde a uma avaliação individual nos outros dois métodos de ensino, poderemos prever a distribuição de resultados nessa avaliação, usando a distribuição nas unidades de população Keller naquele instante, caso as variáveis sejam complementares.

A figura 1 apresenta a posição média nas unidades de população Keller em função do tempo. Os pontos discretos correspondem aos tempos de avaliação individual dos outros dois métodos. Verifica-se imediatamente que no método de exposições os tempos de avaliação individual diferem fortemente da curva Keller. Isto significa que o método é insensível à dualidade tempo x aprendizagem, por ser um método em que o aluno permanece passivo durante grande parte do decor-

rer do curso. Assim, espera-se que as previsões dos resultados das avaliações individuais desse método difiram dos obtidos, pela insensibilidade do método em relação à complementariedade das variáveis.

De fato, as figuras 2 e 3 apresentam a comparação entre os resultados e as previsões das avaliações individuais dos métodos de estudo dirigido e pequenos grupos de discussão e o de exposição, respectivamente.

Conclui-se que a hipótese de complementariedade das variáveis é válida, desde que os métodos de ensino sejam tais que o aluno constitua-se permanentemente em peça ativa, o que não ocorre no método de exposições. Evidentemente, os maiores desvios são nas percentagens de menções M, característica de métodos cujo ritmo é uniforme.

A INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS SÓCIO-CULTURAIS E AMBIENTAIS SOBRE A APRENDIZAGEM.

Para o estudo da influência das características sócio-culturais e ambientais sobre a aprendizagem usou-se somente as quatro classes Keller. As características escolaridade e nível de aspiração mostraram-se com bastante influência sobre a aprendizagem.

Sinteticamente, o aluno típico da característica escolaridade é aquele que se encontra na faixa etária de escolarização normal, fez somente um exame vestibular e estudou o colegial em escolas particulares. O aluno atípico é exatamente o oposto: fora da faixa etária de escolarização regular, fez vários vestibulares e cursou o colegial em escola pública. A figura 4 apresenta os gráficos da evolução dos alunos típico e atípico. Deve-se ressaltar ainda a homogeneidade de desempenho do aluno típico, ao contrário da heterogeneidade apresentada pelo aluno atípico. Assim, o aluno típico poderia fazer o curso com um planejamento linear, o que não ocorre com o aluno atípico.

Quanto ao aluno típico da característica nível de aspiração, este se define pela compatibilidade entre suas as-

pirações e a sua realidade acadêmica; o oposto é o aluno atípico. A figura 5 mostra a curva de desempenho dos alunos típico e atípico. Ainda aqui, a homogeneidade de desempenho do aluno típico é maior do que na característica escolaridade, permanecendo a heterogeneidade de desempenho para o aluno atípico.

As características ambiente familiar e extra-familiar tem menor influência sobre a aprendizagem, apesar de que ainda são importantes características.

O aluno típico da característica ambiente familiar é aquele que tem uma grande assistência dos pais e parentes e um bom contexto cultural, desde que o pai, em geral, tem profissão liberal e possui curso superior. O aluno atípico não tem grande assistência dos pais, e estes, em geral, possuem instrução equivalente a oito anos de escolarização. A figura 6 apresenta as curvas de desempenho dos alunos típico e atípico. Neste caso, não há grande homogeneidade de desempenho do aluno típico.

O aluno típico da característica ambiente extra-familiar é aquele que não tem intensas relações fora de casa. Apresenta-se relativamente isolado socialmente, ao contrário do aluno atípico. A figura 7 mostra as curvas correspondentes e, ainda nesse caso, não há uma homogeneidade de desempenho do aluno típico.

A característica aspecto sócio-econômico não apresenta praticamente nenhuma influência sobre a aprendizagem do aluno. O aluno típico pertence à classe média alta e o aluno atípico à classe média. Assim, as discriminações sócio-econômicas ocorrem em um período anterior à Universidade (provavelmente nos primeiros anos do ensino primário). A renda básica familiar do aluno típico é Cr\$ 100.000,00 anuais, enquanto a do atípico é de Cr\$ 30.000,00, que são bem acima do padrão médio da população brasileira. A figura 8, com as curvas de desempenho dos alunos típico e atípico, ratifica a pouca influência dessa característica.

Evidentemente, se fizéssemos esse trabalho na escola primária, a axologia de características seria invertida; enquanto os ambientes familiar e extra-familiar e o aspecto sócio-econômico seriam de maior influência, a escolaridade ainda não teria se definido, assim como o nível de aspiração.

De todo o exposto, se depreende que se se quiser levar em conta a diversidade de características do aprendiz, é preciso mudar o estilo das instituições. Usando-se o Plano Keller e modificando-se a metodologia de planejamento de um curso, poderá se minimizar a influência das características sobre a aprendizagem e, conseqüentemente, aumentar o rendimento dos investimentos em educação.

UMA METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO E O PLANO KELLER

Ao mesmo tempo em que o Plano Keller se mostra eficiente no ensino, introduz uma rigidez no planejamento de um curso, que não permite se assinalar neste a diversidade de características sócio-culturais e ambientais do aprendiz.

Assim, para que o uso do Plano Keller permita a absorção das características do aprendiz no planejamento, propõe-se que o aprendiz participe, junto com os professores, na elaboração do planejamento.

Aplica-se o questionário à população do mesmo curso, em um semestre anterior. Após o levantamento das características sócio-culturais e ambientais, relaciona-se 10% da população, de maneira que seja representativa das características e de sua diversidade (em um curso para 500 alunos, isso corresponde a uma amostragem de 50 alunos).

Estes alunos, junto com os professores, dois meses antes de se iniciar o novo curso, trabalhariam no planejamento do mesmo, discutindo a relevância dos objetivos formulados pelos professores, elaborando vários procedimentos para alcançar os objetivos, sob a supervisão dos professores, e formulando, junto com os professores, as avaliações compatíveis

com os procedimentos e que traduzissem os comportamentos relacionados nos objetivos.

Durante o transcorrer do curso, usando-se o Plano Keller, estes cinquenta alunos funcionariam como monitores; a cada monitor seriam associados dez alunos, cujas características sócio-culturais e ambientais fossem ressonantes com aquelas do monitor⁷.

Para facilitar a realimentação ao longo do curso, além da presença dos monitores às reuniões semanais e o uso dos parâmetros do Plano Keller⁴, teríamos sempre 10% de alunos convidados; estes alunos seriam selecionados de maneira que representassem a distribuição de aprendizagem e de características da população alvo, e deveriam colaborar na retificação do planejamento das unidades já aplicadas naquela semana.

Acreditamos que a introdução do aluno no planejamento e uma maior flexibilidade deste, permitirão que o Plano Keller absorva as características sócio-culturais e ambientais da população no planejamento e, assim, diminua a transferência de desigualdades a outros níveis culturais.

Essa metodologia apresenta dois inconvenientes, relacionados com as normas regimentais das Universidades brasileiras. Como pagar os cinquenta alunos durante o período de férias e como selecioná-los com critérios diferentes da administração acadêmica. Nesse sentido, vemos claramente a necessidade de se mudar as práticas das instituições educacionais, que traduzem exatamente o que afirmamos no início desse trabalho: transferem as desigualdades entre seres humanos a níveis culturais cada vez mais sofisticados.

Queremos reafirmar que somente a mudança de todo o sistema de ensino de um país poderá considerar a importância do aprofundamento das desigualdades. Afinal, a educação deve ser um processo de igualdade social e de mudança e nunca um paradigma de conservadorismo e de desigualdades.

AGRADECIMENTOS

Os autores desejam agradecer aos professores Fausto Alvim Jr. e José Silva Quintas por valiosas discussões. Ao Departamento de Física da Universidade de Brasília pela calorosa acolhida e à Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia pela concessão da licença.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Bloom, B.S. - *Stability and change in human characteristics* - John Wiley & Sons, Inc - New York - 1964.
- (2) Keller, F.S. - "Good-bye Teacher ..." - *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1, 79 - 1968.
- (3) Sherman, J.G. - *PSI: 41 Germinal Papers* - W. A. Benjamin, Menlo Park, California - 1974.
- (4) Perret Serpa, L.F. - *Sobre o planejamento do ensino de Física na Universidade para um curso de 500 alunos* - Departamento de Física - Universidade de Brasília-1974.
- (5) Serpa, B.S.P. - *Influências ambientais sobre a aprendizagem em um curso introdutório de Física na Universidade* - Departamento de Física - Universidade de Brasília - Tese de Mestrado - 1974.
- (6) Quintas, J.S. - *Estudo do desempenho de três técnicas de ensino em um planejamento de um curso introdutório de Física na Universidade* - Departamento de Física - Universidade de Brasília - Tese de Mestrado - 1974.
- (7) Rosenthal, R. e Jacobson, L.F. - *Teacher expectations for the disadvantaged* - *Scientific American*, 218, nº 4, 19 - 1968.

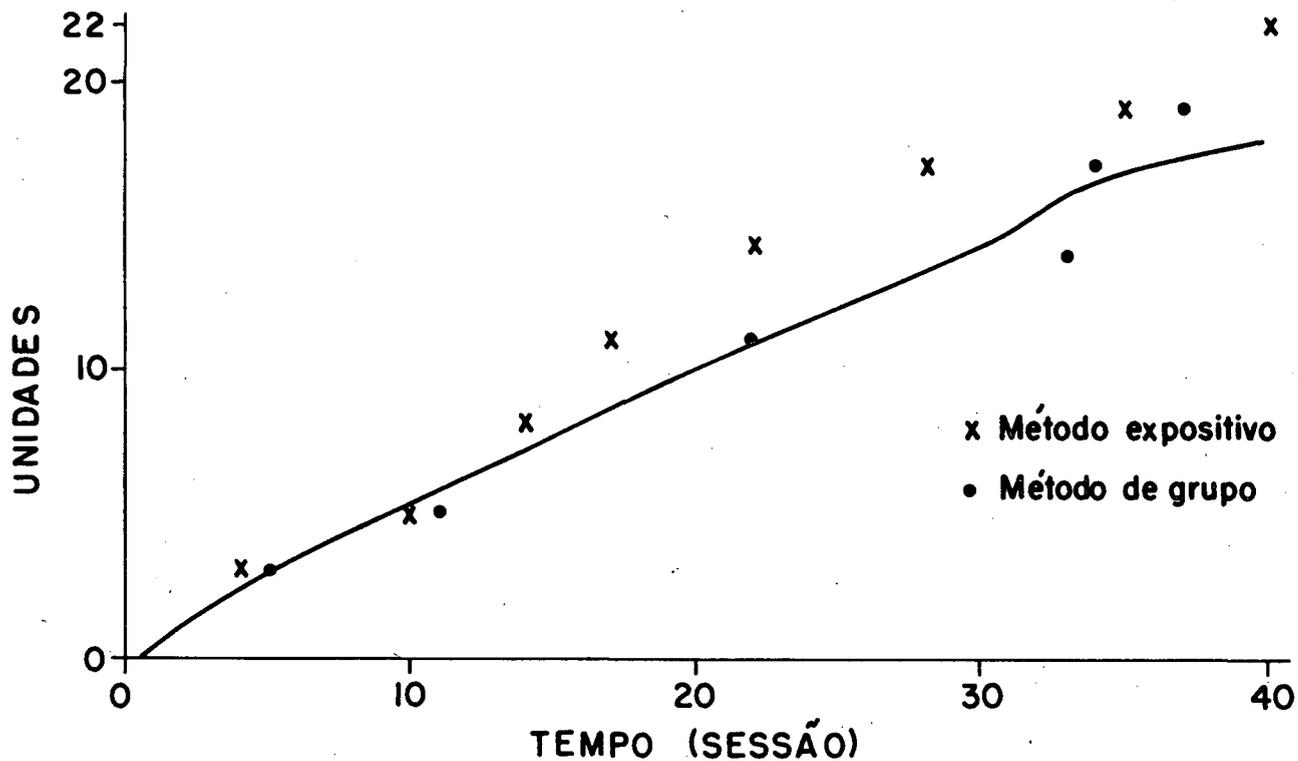


Fig 1- Posição média nas unidades da população Keller em função do tempo (sessão) . os pontos discretos correspondem aos instantes da avaliação individual nos outros dois métodos.

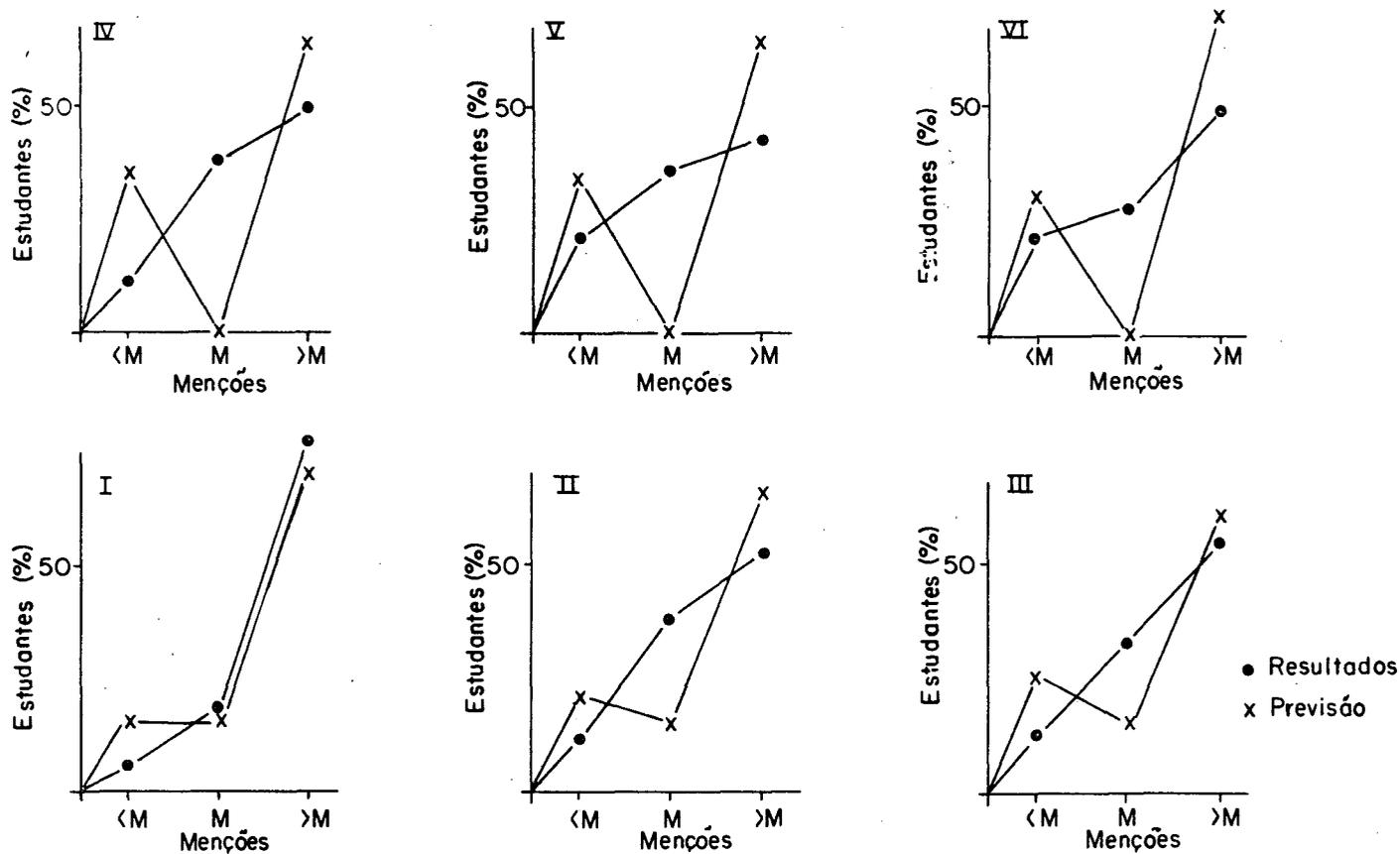


Fig. 2 - Comparação entre os resultados e as previsões do método de estudo dirigido e pequenos grupos de discussão.

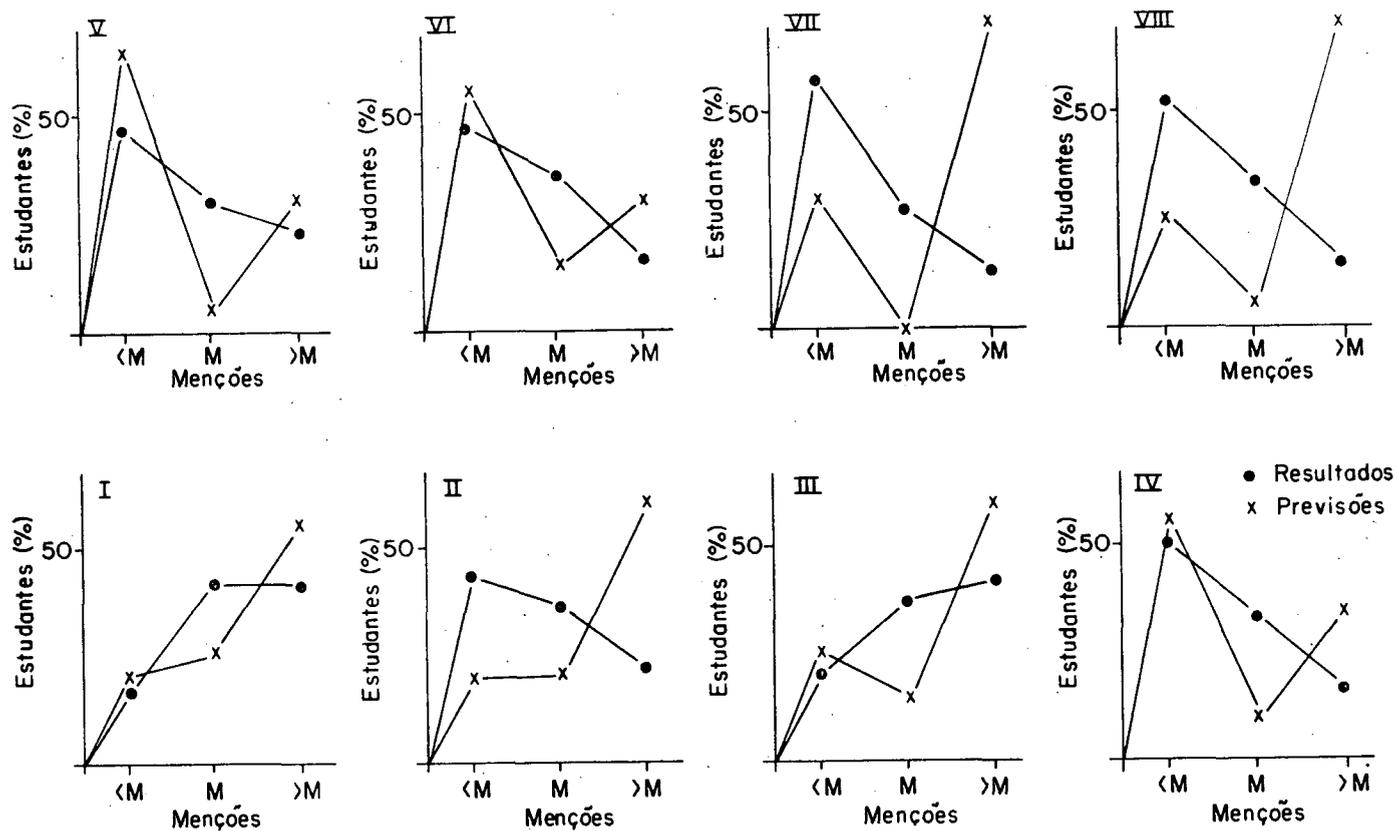


Fig. 3 - Compação entre os resultados e as previsões do método exposivo.

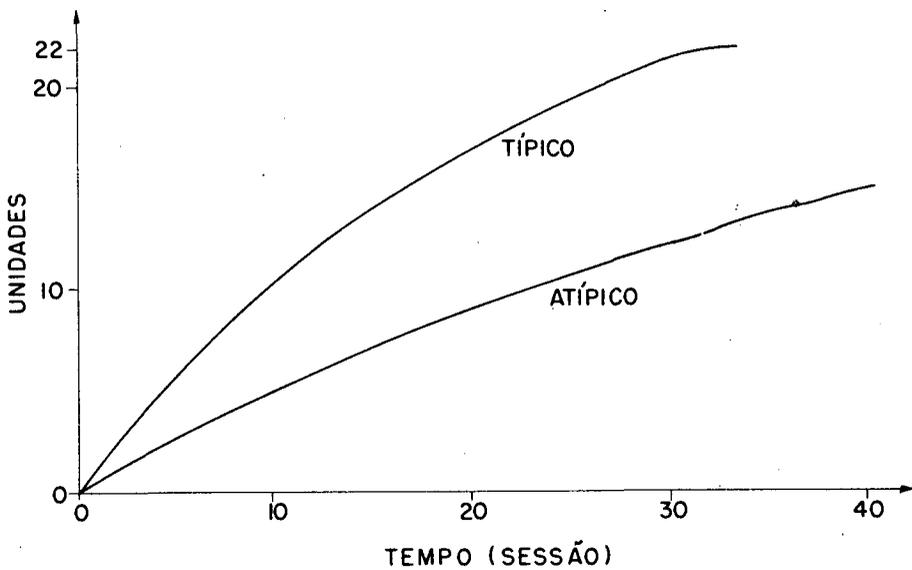


Fig. 4 - Gráfica da performance das estudantes típica e atípica da característica escalaridade.

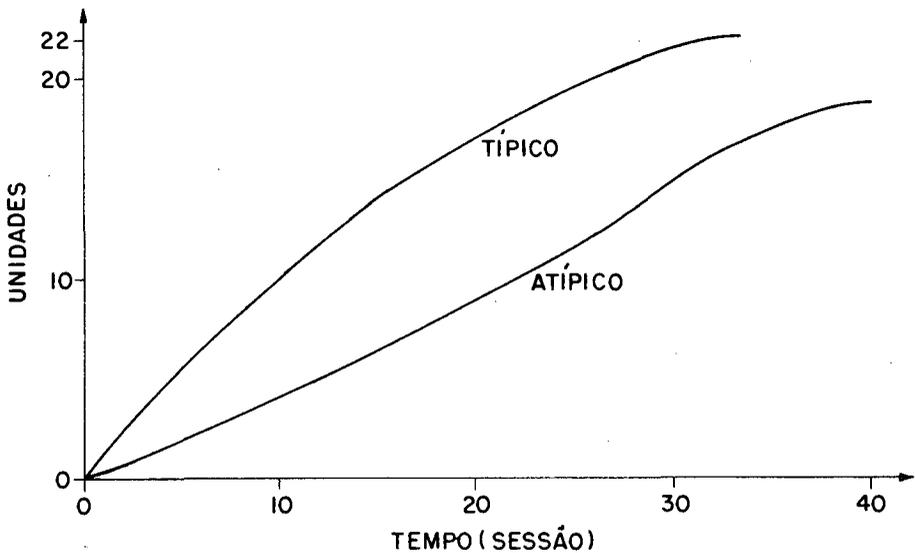


Fig. 5 - Gráfica da performance das estudantes típica e atípica da característica nível de aspiração.

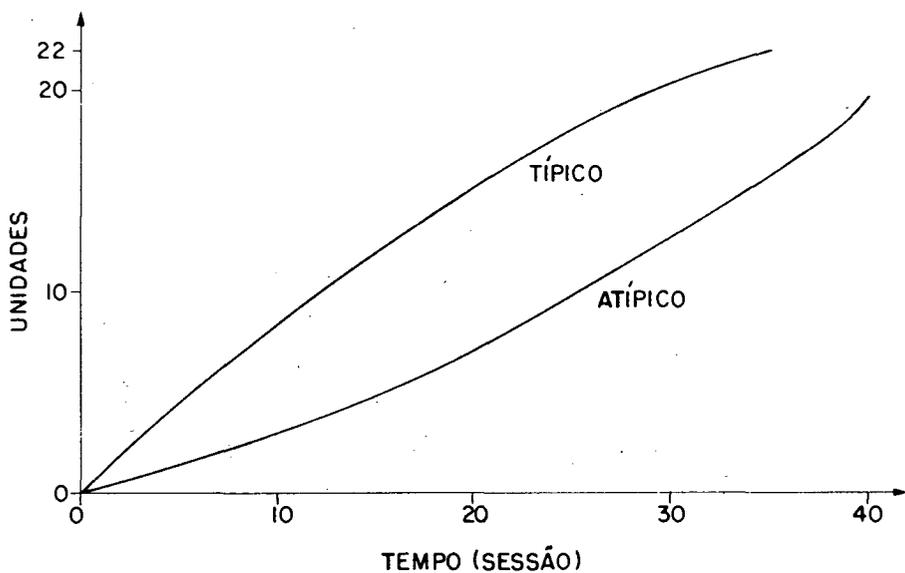


Fig.6 - Gráfico da performance dos estudantes típico e atípico da característica ambiente familiar.

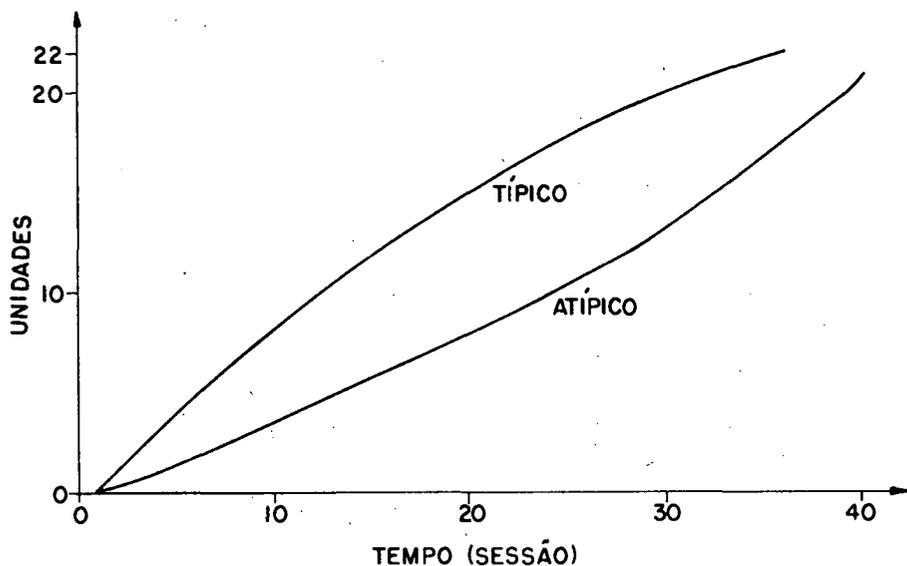


Fig.7 - Gráfico da performance dos estudantes típico e atípico da característica ambiente extra-familiar.

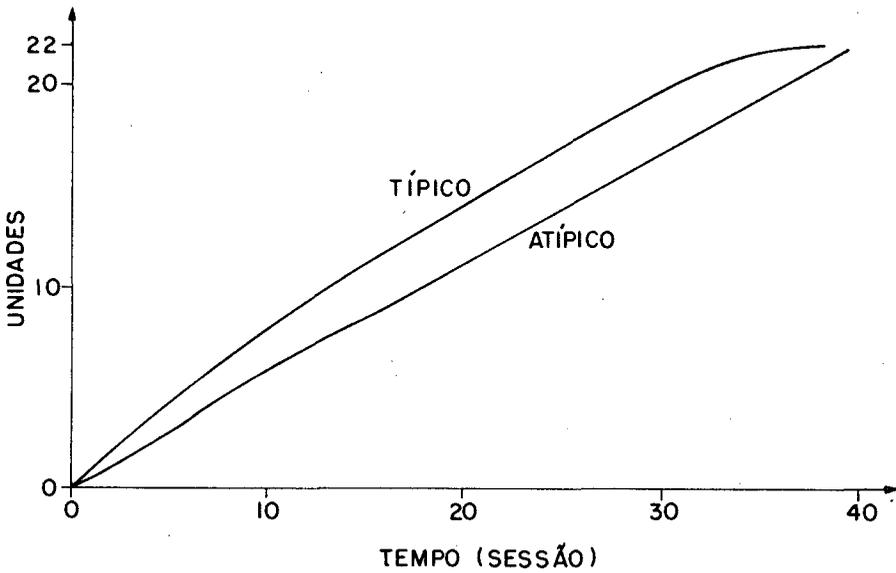


Fig. 8 - Gráfico da performance dos estudantes típico e atípico da característica aspecto sócio-econômico.

E7 — EFICIÊNCIAS DE APRENDIZAGEM NUM CURSO DE FÍSICA BÁSICA.

LIMA, Carlos Alberto da Silva e QUINTAS, José Silva.

Departamento de Física, Universidade de Brasília Convênio FUNTEC — BNDE — FUB

Num curso de Física Básica, ministrado para cerca de 500 alunos, na Universidade de Brasília, utilizando três métodos de ensino diferentes, com adequado controle experimental, procedemos uma comparação estatística entre as eficiências de aprendizagem por eles exibidas, em dois níveis de Competência cognitiva distintos mas complementares que correspondem, em sua essência, aos níveis *conhecimento* e *compreensão* da classificação de Nedelsky. Foram comparados os métodos: Aulas expositivas com recursos de reforço (ME), associação em pequenos grupos com tutor (MG) e uma versão modificada no Plano Keller para instrução personalizada (MIP). O esquema de comparação fugiu, deliberadamente, ao tradicionalmente usado, centrado no cotejo de resultados em um exame final comum e no índice de receptividade junto aos alunos, pressupostamente exibido em enquetes ao final do curso. Definida neste trabalho como *o grau de capacidade de um método de ensino para desenvolver nos alunos, expostos a um dado conteúdo de programa, uma aprendizagem eficaz, dentro de um intervalo de tempo fixado, numa determinada competência cognitiva*, a "eficiência de aprendizagem" foi medida, nas várias etapas do curso, por *índices ou perfis de desempenho*; determinados através de instrumentos de avaliação específicos para cada competência cognitiva. Tendo como base comum uma programação

didática única, com objetivos clara e precisamente definidos, um mesmo instrumental de avaliação e um contínuo controle experimental através de uma efetiva Coordenação de Curso, os dados obtidos para os vários métodos de competências foram comparados estatisticamente usando a análise de variância acoplada ao método de Tukey para comparação múltipla. Os resultados mostraram, no que se refere a competência de *conhecimento*, a um nível de confiança estatística superior a 95% (probabilidade de acaso inferior a 5%) que o ME é um método mais eficiente no desenvolvimento de aprendizagem que o MG e o MIP. Quanto a *compreensão*, os resultados não apontaram, ao mesmo nível de confiança, diferenças estatisticamente significativas entre as eficiências dos três métodos comparados. Estes resultados foram interpretados à luz das características do ensino de cada método e de aspectos específicos observados durante sua aplicação no experimento.

Neste trabalho relatamos um experimento onde se processa uma comparação estatística entre as eficiências, exibidas por três modalidades de ensino diferentes, para desenvolver nos alunos de um curso de Física Básica uma efetiva aprendizagem em dois níveis de competências distintos mas complementares, *conhecimento* e *compreensão*, que correspondem, em sua essência, aos dois primeiros níveis cognitivos na classificação de objetivos de Nedelsky. O experimento envolveu cerca de 500 alunos que cursaram Introdução à Física na Universidade de Brasília durante o 1º semestre de 1974 e fogue, deliberadamente, ao tradicional esquema decalcado na comparação de resultados em exame final comum e no grau de aceitação junto aos alunos, determinado através de enquetes ao final do curso. As modalidades de ensino comparadas foram: o método de aulas expositivas, o método de associação

em grupos e o método de instrução personalizada. Os dados experimentais, cuja obtenção será descrita a seguir, foram submetidos a um tratamento estatístico usando-se o método de análise de variância, acoplado ao teste de Tukey. Agrupados em 10 turmas, os alunos foram aleatoriamente distribuídos pelos três métodos de ensino. Utilizou-se uma programação didática comum, previamente elaborada e discutida em conjunto por todos os docentes participantes do curso, a qual foi diferentemente implementada, no que se refere a abordagem e avaliação, como segue:

1. Método de aulas expositivas - exposição de tópicos pelo instrutor; discussões com a classe sobre o tema exposto em geral intercaladas durante a exposição; aulas de problemas, ministradas pelo instrutor, com participação ativa dos alunos; aplicação de testes de avaliação escritos, em datas e sobre conteúdo previamente anunciados;

2. Método de associação em grupos - estudos realizados por pequenos grupos, organizados durante as sessões em classe, onde os participantes seguiam-se mutuamente debatendo temas previamente definidos pela programação do curso (nestes debates o instrutor e/ou os monitores participavam como moderadores); elaboração de relatórios pelos grupos, sob a direção de um dos participantes, escolhido pelo próprio grupo, num sistema de rodízio, os quais abordavam o desenvolvimento das tarefas propostas em função de objetivos pré-estabelecidos; discussões com a participação da classe como um todo, conduzidas pelo instrutor visando estabelecer uma síntese do trabalho dos grupos; aplicação de testes de avaliação, em datas e sobre conteúdo previamente anunciados

3. Método de instrução personalizada - estudo dirigido individual em classe (facultativo, podendo ser feito fora de classe); aplicação, quando solicitado, de teste de avaliação escrito, no caso das atividades de conhecimento, corrigidos pelos monitores em presença do estudante ou de entrevistas estruturadas, no caso da avaliação das atividades de compreensão, havendo em ambos os casos imediata discussão

dos erros cometidos.

Convém mencionar que, para todos os métodos, as avaliações valeram-se de uma ampla bateria comum de testes objetivos e problemas propostos, prévia e cuidadosamente elaborados para explorar adequadamente os objetivos operacionalmente formulados para cada uma das atividades de conhecimento e compreensão em que foram sub-divididas as várias unidades-temas que compunham o programa do curso.

CAPTAÇÃO DOS DADOS EXPERIMENTAIS

No presente experimento o que se desejava obter era, essencialmente, uma indicação da eficiência específica de um método na transformação que se espera decorra do processo de aprendizagem. Assim, era necessário que nos assegurássemos de que cada turma apresentava, basicamente, um mesmo espectro típico de composição inicial, no que dizia respeito a posse de aptidões pelos alunos que dela participavam. Desta forma, nosso estudo se assemelharia àquele do efeito de diferentes operadores agindo sobre um mesmo estado inicial. Para tanto, buscamos de imediato estabelecer indicadores que corroborassem a validade desta hipótese de trabalho. É fácil concluir que se verificada, dever-se-ia observar no conjunto dos alunos e dos dados experimentais, respectivamente:

1. Uma distribuição aleatória em termos de aptidões gerais, comportamentos iniciais, aptidões específicas, motivação, etc, pelas várias turmas do curso;
2. Uma variabilidade entre os resultados médios globais obtidos nas várias turmas onde se aplicou um *mesmo método*, que fosse compatível com flutuações de caráter estatístico.

A primeira condição, assumida tacitamente devido ao processo aleatório utilizado na composição das turmas, implica em que na composição de cada turma a distribuição percentual de alunos pelos diferentes níveis de capacitação intelectual e habilidades específicas para a aprendizagem da

disciplina a ser ensinada, motivação para o curso, prévia exposição ao conteúdo do curso, etc., seja a mesma, independentemente da turma e do método. A satisfação da segunda condição seria indicativa de que, em que pese a influência exercida sobre a ocorrência de aprendizagem por uma vasta gama de variáveis, um mesmo método induziria sobre uma classe essencialmente o mesmo grau médio de aprendizagem, independentemente de qual fosse a turma na qual se o aplicasse.

A satisfação de nossa hipótese tornou possível afirmar que os resultados médios nas várias turmas são indicadores expressivos do potencial de transformação de cada método. Este aspecto foi de crucial importância em nosso trabalho uma vez que buscávamos analisar comparativamente o desempenho específico de cada um dos métodos de ensino empregados sem o recurso da utilização de turmas de controle. Em resumo, não se pretendia com este experimento a *mera comparação* entre o desempenho global exibido pelos alunos de uma turma submetida a um método (classe experimental), com aquele exibido por alunos não submetidos a ele (classe de controle), um procedimento que tem sido apontado como capaz de permitir a ocorrência de efeitos que podem comprometer a validade do experimento^{2,3}. Em verdade, o fato de avaliarmos a aprendizagem dos alunos *durante* o processo, tornou possível inferirmos, independentemente, a eficiência de transformação (ocorrência de aprendizagem) de cada método e através de análise estatística compará-las entre si.

No sentido em que a utilizamos neste trabalho, a *eficiência* de um método de ensino numa determinada competência cognitiva, representa sua capacidade para induzir, dentro de um *intervalo de tempo fixado*, um determinado grau de aprendizagem num conjunto de alunos a ele submetido quando se lhes administra um certo curso. Operacionalmente, esta capacidade poderia ser medida tomando-se o resultado médio global do desempenho dos alunos da turma, em todo o curso. Assim, dados dois métodos A e B, diríamos que A é mais eficiente que B, numa determinada competência cognitiva C, se

$\mu_A^C > \mu_B^C$. Uma tal caracterização e comparação de eficiências sem uma análise cuidadosa dos resultados parciais seria no mínimo, precipitada, porquanto não levaria em conta a influência de outras variáveis no processo de aprendizagem, as quais, em princípio, podem ter determinado contínuas variações na eficiência de um método, como definida acima. Portanto, uma caracterização mais fidedigna da eficiência de um método tem que levar em conta não apenas seu valor como sua variação, a qual é função de uma infinidade de variáveis intra e extra curso, algumas controláveis e outras não⁴. Nessas condições, tornou-se obrigatório um tratamento estatístico adequado aos dados. A formulação que adotamos foi a análise de variância acoplada, para efeito de comparação entre métodos, ao teste de Tukey^{5,6}.

Considerando que um método de ensino, para atender às características de um curso de Física Básica, deve necessariamente procurar maximizar tanto o grau de cobertura do programa estabelecido para o curso, dentro do tempo disponível (suposto adequado) como a aprendizagem dos tópicos cobertos, desenvolvemos um esquema que nos permitiu obter para cada unidade-tema, em cada competência cognitiva, índices calculados com base nos resultados das avaliações os quais levaram em conta, adequadamente, as diferenças de ritmo e sistema de avaliação entre os vários métodos. Este esquema consistiu em adotarmos como índice de desempenho de uma turma de alunos, sob um dado método, numa dada unidade-tema, a média sobre a turma dos resultados nas avaliações (uma só avaliação por tema nas turmas de ritmo uniforme; várias avaliações até atingir desempenho mínimo aceitável no caso das turmas de ritmo próprio) restritos os resultados, entretanto, para efeito de cálculo de média, aqueles conseguidos dentro do intervalo de tempo que ia da primeira à última sessão de aula na unidade correspondente, na turma de aula expositiva. As tabelas I e II apresentam os dados assim obtidos.

MÉTODO	TURMA	A T I V I D A D E S									Mê- dia	0
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Aulas Expositivas	Exp.1	72	76	56	60	54	45	48	62	60	59	10
	Exp.2	70	82	51	61	65	52	57	67	55	62	10
Associação em grupos	AG -1	78	61	45	37	56	57	69	60	0	51	23
	AG -2	70	72	50	52	68	60	55	68	0	55	22
Instrução Personalizada	IP -1	53	66	39	12	46	20	12	12	14	30	21
	IP -2	67	77	60	17	73	39	18	15	19	43	26
Média		68	72	50	40	66	46	43	47	25		
Desvio padrão σ		8	8	8	21	10	15	23	26	27		

Tab. I - Dados experimentais para a competência *conhecimento*.

MÉTODO	TURMA	A T I V I D A D E S									Mê- dia	0
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Aulas Expositivas	Exp.1	20	32	26	13	49	27	28	17	30	27	10
	Exp.2	47	38	24	21	9	33	9	23	7	23	14
Associação em grupos	AG -1	36	36	15	24	16	12	11	33	0	20	13
	AG -2	28	72	41	31	49	33	33	37	0	36	19
Instrução Personalizada	IP -1	12	51	25	8	27	14	12	14	14	20	13
	IP -2	33	79	43	10	57	31	0	10	5	30	26
Média		29	51	29	18	35	25	16	22	9		
Desvio padrão σ		12	20	11	9	20	10	12	11	11		

Tab. II - Dados experimentais para a competência *compreensão*.

ANÁLISE E RESULTADOS

Os dados das Tabelas I e II foram estatisticamente analisados pelo método já referido, constatando-se através da análise de variância que, conforme apontado a seguir, a hipótese nula, no caso a indistinguibilidade de desempenho entre métodos, foi rejeitada com elevado nível de significância. A tabela III apresenta um resumo dos resultados.

FONTE	VARIANÇA SIGNIFICATIVA?		Nível de significância de rejeição da hipótese nula	
	Conhecimento	compreensão	Conhecimento	Compreensão
Método de Ensino (M)	Sim	Não	**	-
Tema da Unidade (T)	Sim	Sim	**	**
Fator de Réplica (R)	Sim	Sim	**	*
Interação MxT	Sim	Não	**	-
Interação MxR	Sim	Não	*	-
Interação TxR	Não	Não	-	-

Tab. III - *Análise de Variância:*

(*): Probabilidade de que o resultado se deva ao acaso <5%

(**): Idem, idem <1%

Uma vez demonstrada pela análise de variância que os métodos diferiam significativamente entre si, no que dizia respeito à competência conhecimento, usamos o método Tukey para aquilatar a significância dos contrastes estatísticos, com vistas a ordenação dos métodos quanto a sua eficiência.

Como se pode apreciar, esta análise evidencia que, no desenvolvimento de um curso de Introdução à Física (Mecânica Básica) em que se observou uma programação única, elaborada com antecedência pela equipe docente do curso, com objetivos clara e precisamente definidos; a aplicação de instrumentos de avaliação, elaborados com antecedência pela equipe docente do curso, comuns a todas as turmas; uma efetiva Coordenação do Curso exercendo contínuo controle de atividade e promovendo reuniões semanais com todos os professores ligados à execução do curso:

1) o método de *Aulas Expositivas* com sessões regulares de exposição da teoria e discussão de problemas, é um método *mais eficiente* que os métodos de Instrução Personalizada e de Associação em Grupos, no desenvolvimento da competência cognitiva *conhecimento*, ou seja: habilidades referentes à posse e o relacionamento das informações explicitamente tratadas no curso. Este resultado foi firmemente estabelecido experimentalmente com um nível de confiança estatística superior a 95% (probabilidade de que se deva ao acaso inferior a 5%).

2) não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes no que diz respeito à *eficiência* dos três métodos quanto à competência cognitiva *compreensão*, ou seja: habilidades referentes à utilização de informações em situações com elementos novos.

COMENTÁRIOS FINAIS

Posse e relacionamento de informações veiculadas explicitamente no curso, sobre os vários temas do conteúdo do programa de Física, constituem um primeiro passo básico na capacitação global que se espera desenvolver nos alunos para com a disciplina. Na verdade, a julgar pela estruturação didática prevalecente na maioria absoluta das escolas de 2º Grau esta é, quando muito, a única competência explorada nos vários cursos a que são expostos os alunos antes de ingressarem na Universidade e, ainda assim, com forte influência

negativa da freqüente ausência de conhecimentos básicos de tecnologia educacional por parte dos docentes, com sérios reflexos sobre o comportamento de estudo dos alunos, o que os leva freqüentemente a exibir reações negativas quando expostos, na Universidade, a cursos com uma estruturação metodológica mais elaborada. Por isso, repetimos, o desenvolvimento dessa primeira etapa de aprendizagem (*conhecimento*), é muito importante. Básica, importante, sim, mas de modo algum suficiente. A habilitação global numa disciplina requer de forma igualmente importante, o desenvolvimento de habilidades que se relacionem com a utilização das informações já possuídas em situações onde se apresentam novos elementos (*compreensão*). Isto adquire uma importância realmente grande quando consideramos a forte interdisciplinaridade das várias habilitações profissionais desenvolvidas na Universidade, onde os conhecimentos efetivos de Física Básica representam, para muitos cursos, condição *sine qua non* para seu bom desenvolvimento.

Diante do acima exposto assume, pois, caráter de muita importância o resultado obtido em nosso experimento no desenvolvimento da competência *compreensão* onde, a par da indistinguibilidade dos vários métodos para desenvolvê-la, notamos com apreensão a presença de resultados uniformemente baixos em todos eles, em que pese o cuidadoso trabalho de planificação desenvolvido. Urge, pois, que experimentação suplementar seja realizada para determinar, com maior precisão, os agentes mais importantes deste efeito, e aprender como eliminá-los, ou, pelo menos, controlá-los.

NOTAS E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Uma versão mais detalhada do presente trabalho será publicada na Revista Brasileira de Física.
- 2 - J.W.Best, *Research in Education* (Prentice Hall Inc., New Jersey, 2^a ed., 1970), especialmente o Cap. 6.
- 3 - R.M.W. Travers, ed., *Second Handbook of Research on*

Teaching (Rand McNally Coll. Publ. Co., Chicago, 1973),
especialmente o Cap. II.

- 4 - D.T. Campbell e J.C. Stanley, *Experimental and Quasi
Experimental Designs for Research* (Rand McNally Coll.
Publ. Co., 1966).
- 5 - G.V. Glass e J.C. Stanley, *Statistical Methods in Edu-
cation and Psychology* (Prentice Hall, Inc., New Jersey,
1970).
- 6 - F. Williams, *Reasoning with Statistics* (Holt, Rinehart
and Winston, Inc. 1968).

E₈ – CONSTRUÇÃO GEOMÉTRICA DE ÓRBITAS POR MEIO DE UMA "RÉGUA DE CÁLCULO"⁽¹⁾.

HARTER, William G.

Instituto de Física "Gleb Wataghin" – Unicamp

Uma construção geométrica simples, baseada no vetor de Lenz, é capaz de gerar qualquer órbita coulombiana quando são dadas as condições iniciais.

Uma construção mecânica baseada no fato acima permite que as órbitas construídas sejam projetadas em sala de aula.

Soluções gráficas para problemas que envolvem órbitas de satélites, trajetórias balística, espalhamento de Rutherford⁽²⁾ podem ser feitas rapidamente. Muitos resultados surpreendentes podem ser mostrados.

(1) A ser publicado no Am.J.Phys.

(2) W.G.Harter and class, Am.J.Phys. 40, 1852 (1972) 29.

E₉ – UM RELÓGIO DE SOL UNIVERSAL

HARTER, Willian G.

Instituto de Física "Gleb Wataghin – Unicamp

Construiu-se um nomograma que demonstra e resolve, em coordenadas geométricas, problemas de navegação e astronomia. Mostra ao mesmo tempo a estrutura básica do grupo de rotação e os ângulos de Euler. O nomograma, impresso em cartolina, pode funcionar como relógio de Sol e dá o tempo local com precisão de alguns minutos e em qualquer lugar da Terra.

Outro nomograma pode fornecer os pontos cardiais verdadeiros utilizando-se o Sol.

H₁ – ANÁLISE DE UM CURSO DE FÍSICA 1 e 2 BASEADO EM OBJETIVOS COMPORTAMENTAIS.

VILLANI, A.; CUPERTINO, A. L. M.; RADDI, A. M. G.; CARNEIRO, C. E. I.; PIMENTEL, F. J. F.; FRANCO, H.; SUYAMA, J. A.; DUARTE, J. L. M.; VIANNA, S. S.; SALÉM, S.; SOARES, V. L. L. e HOSOUME, Y.
Instituto de Física da USP

Elaborou-se um curso de física básica em 1975 com o objetivo de desenvolver nos alunos o comportamento de resolver problemas de física, teórica e experimentalmente, segundo a sequência: previsão, análise qualitativa e/ou gráfica, análise quantitativa, verificação da consistência dos resultados obtidos. Esse curso foi experimentado para alunos do primeiro ano básico e o método empregado foi o Programado Individualizado (C.P.I.).

Estamos fazendo uma análise para localizarmos as falhas do curso e os possíveis inconvenientes do método (as vantagens são mais que conhecidas conforme a abundante literatura sobre o assunto). Procuraremos, através dessa análise, dar respostas a perguntas do tipo:

- a) em relação à programação:
 - Os objetivos propostos foram adequados a um curso básico?
 - O material formulado e as atividades programadas levaram aos objetivos propostos?
- b) em relação ao método:
 - É o atendimento individual o mais eficiente?
 - É possível, num C.P.I., obedecer ao ritmo próprio do aluno?
 - É possível que o aluno atinja os objeti-

vos propostos apenas através do material escrito?

Consideramos os resultados dessa análise um passo para a reformulação do curso básico de Física, fazendo com que os objetivos comportamentais sejam tão enfatizados quanto os de conteúdo.

H₂ – CONSISTÊNCIA DAS RESPOSTAS DE ALUNOS A UM TESTE DE FÍSICA (*)

VILLANI, A.; CUPERTINO, A. L. M.; RADDI, A. M. G.; PIMENTEL, F. J.; SUYAMA, J. A.; DUARTE, J. L. M.; VIANNA, S. S.; SALÉM, S.; SOARES, V. L. L. e HOSOUME, Y,
Instituto de Física da USP

Foi elaborado e aplicado a uma amostra de aproximadamente 150 alunos do IFUSP, durante o segundo semestre do ano letivo de 1975, um teste de Física com o objetivo de focalizar a atitude dos alunos, após o primeiro ano básico de Física. Em particular desejávamos verificar em que medida o aluno tem o hábito de verificar as respostas que emite, comparando-as. Esta atitude de o aluno verificar a consistência é um dos comportamentos que consideramos fundamental e, ainda mais, ela deve ser exigida e reforçada.

O teste (de múltipla escolha) foi estruturado da seguinte forma:

- oito questões de conhecimento para verificar se o aluno conhece as definições, relações e operações envolvidas no teste;
- um problema cujo conteúdo físico fundamentalmente consiste em leis de conservação da quantidade de movimento e energia. Cinco questões focalizam os pontos cruciais do problema e outras nove, a análise gráfica das grandezas envolvidas em função do tempo;
- as alternativas foram escolhidas de tal modo que o aluno, coerente nas suas respostas, mas que parta de premissas "erradas", é forçado a reanalisar as alternativas anteriormente escolhidas;

- um questionário sobre o teste, focalizando o comportamento do aluno durante a sua resolução.

Serão analisados:

- correlação entre as questões de conhecimento e de aplicação.
- consistência em vários sub-conjuntos.
- consistência global.
- correlação entre as respostas do questionário e os resultados do teste.

Consideramos este trabalho como uma contribuição para que objetivos comportamentais sejam valorizados na avaliação do desempenho do aluno.

Quando se tem em vista objetivos comportamentais, a programação de um curso torna-se bem mais complexa devido às dificuldades que surgem quanto à definição explícita dos objetivos, à programação de atividades e à elaboração de um instrumento de avaliação.

Do exposto acima, nos propusemos a enfrentar a dificuldade quanto ao instrumento de avaliação, construindo um teste que procurasse medir comportamentos dos alunos.

Sendo esta uma primeira tentativa, nos restringimos em medir a consistência interna das respostas, ou seja, se o aluno tem o hábito de verificar as respostas que emite, comparando-as. A escolha foi feita, não só pelo fato de ser este comportamento o menos difícil de medir, como também, de o julgarmos bastante relevante.

Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de elaboração de um instrumento de avaliação que meça a consistência interna das respostas dos alunos e, através dele, verificar se os alunos, que terminaram o primeiro ano básico de 1975, apresentam este comportamento, embora o curso não tenha sido programado com este objetivo.

ELABORAÇÃO DO TESTE

Baseado no objetivo descrito na introdução, o teste foi elaborado segundo a seguinte seqüência:

- 1) *Escolha do conteúdo*: sistema de partículas, leis de conservação da energia mecânica e quantidade de movimento. Consideramos estes conteúdos os mais relevantes do primeiro semestre. Não foi escolhido o conteúdo do segundo semestre devido ao fato de apresentar maiores dificuldades aos alunos quanto aos pré-requisitos, trazendo problemas na análise dos resultados.
- 2) *Escolha da situação física*: lançamento de projéteis. A situação foi escolhida de modo a simplificar ao aluno o reconhecimento do fenômeno.
- 3) *Formulação do problema*: um único problema de quatorze questões, onde cinco focalizam os pontos cruciais e nove analisam graficamente as grandezas envolvidas no fenômeno, em função do tempo. (Para ilustrar, apresentamos o enunciado e 6 questões no anexo 1).
- 4) *Alternativas de cada questão*: foram escolhidas de tal forma que:
 - o aluno consistente em suas respostas mas que parta de premissas "erradas", seja forçado a reanalisar as alternativas escolhidas anteriormente, pois numa determinada questão não lhe são apresentadas alternativas consistentes com as anteriores;
 - certos conjuntos de questões apresentem consistência interna nas respostas, mas não necessariamente descrevam corretamente o fenômeno físico. Consideramos como relevantes os onze sub-conjuntos. (Para ilustrar apresentamos um dos sub-conjuntos na pág. anexo
 - o aluno não seguro nas relações e conceitos envolvidos no problema, tem a possibilidade de evocar outras situações semelhantes à apresentada e fazer a opção

por uma alternativa errada. (Vide como exemplo a questão nº 15, apresentada no anexo 1.);

- 5) *Pré-requisitos*: para verificar se os alunos conhecem as definições, relações e operações envolvidas no problema, foram formuladas oito questões de conhecimento.

APLICAÇÃO DO TESTE

O teste assim elaborado foi aplicado a um grupo de 148 alunos do ano básico, no segundo semestre de 1975.

Utilizando o método estatístico da prova de hipótese nula das diferenças de média das notas de teoria de Física 1 e 2, concluímos que o grupo submetido ao teste é equivalente ao grupo não submetido, ao nível de 5%.

MÉTODO DE ANÁLISE

Dividimos a nossa análise em duas partes:

parte 1: análise global do teste

parte 2: análise da consistência das respostas do problema.

Parte 1: *Análise global do teste*

Para se verificar quais eram as falhas mais marcantes nas questões de pré-requisitos, bem como nas questões descritivas, fizemos uma tabulação do número de alunos que escolheram cada alternativa para cada questão do teste. Destes dados, observamos que:

a) Nas questões de pré-requisitos, a maior incidência de erros se deu nas questões relativas a:

- soma de vetores, onde 21% dos alunos erraram;
- definição da quantidade de movimento de um sistema de duas partículas, onde 19% erraram;
- definição da energia cinética de um sistema de duas partículas, onde 22% erraram.

b) Em cada questão descritiva, aproximadamente 40% dos alunos não responderam corretamente. É mostrado ainda que 84% dos alunos erraram a conservação da quantidade de movimento,

aplicada a uma questão que dava os vetores velocidade antes e após uma colisão, bem como a razão das massas.

c) Em cada questão gráfica, a partir de Q15, apenas 30%, aproximadamente, dos alunos acertaram. Estando as respostas bem distribuídas nas diversas alternativas, podemos considerar estas questões como difíceis para os alunos do 1º ano básico.

Parte 2: *Análise de consistência das respostas dos alunos*

Passaremos agora a analisar a consistência das respostas apresentadas pelos alunos, respondendo a perguntas como:

- qual a proporção de alunos que responderam consistentemente a cada sub-conjunto de questões descritas no anexo 2?
- como estão distribuídos os alunos segundo os sub-conjuntos respondidos consistentemente, independentemente do nível da consistência?
- uma das características do teste é a de que o aluno, que parte de premissas "erradas", mas consistente em suas respostas, é obrigado a reanalisar as questões anteriormente respondidas. Devido a esta característica, os alunos que apresentam alto índice de acerto também irão apresentar alto índice de respostas consistentes nos sub-conjuntos?
- se usarmos o critério tradicional de correção, fazendo corresponder uma nota ao número de questões respondidas corretamente, estaria o objetivo comportamental implicitamente avaliado?
- se a resposta da pergunta acima for negativa, qual seria uma proposta de nota que correspondesse um pouco melhor ao desempenho do aluno?

Para se obter respostas às questões levantadas acima, consideramos como sendo um aluno sem pré-requisitos aquele que optou por uma alternativa considerada absurda nas questões de pré-requisitos.

Somente 69 alunos da amostra foram considerados como tendo os pré-requisitos. Os alunos sem pré-requisitos foram considerados como não apresentando, em suas respostas, consistência de nenhum dos níveis definidos (no anexo 2).

Na tab I (pág. do anexo 2), apresentamos:

- $n =$ nº de alunos, dentre os 69 com pré-requisitos, que responderam consistentemente cada sub-conjunto;
- $\hat{p} =$ proporção de alunos, dentre os 69, que responderam consistentemente cada sub-conjunto;
- $P =$ proporção de alunos, na amostra de 148, que responderam consistentemente cada sub-conjunto;
- $i =$ intervalo de confiança para a proporção de alunos que responderam consistentemente cada sub-conjunto, com probabilidade de 0.95.

Na tabela II (pág. anexo 2), encontramos as proporções dos 69 alunos e dos 148 da amostra que responderam consistentemente um certo número de sub-conjuntos.

Na tabela III (pág. anexo 2), encontramos as proporções dos 69 alunos e dos 148 da amostra que responderam corretamente um certo número de questões.

Para verificar se a correlação entre a consistência das respostas e o número de questões corretas, é significativa ou não, demos duas notas a cada aluno: n_T e n_C , onde:

$$n_T = \frac{10}{14} \times \text{nº de questões corretas}$$

$$n_C = \frac{10}{12} \times \text{nº de sub-conjuntos consistentes}$$

Pondo em prova a hipótese de que as notas n_T e n_C são iguais, ao nível de 5%, concluímos que elas são diferentes.

Este resultado nos mostra que a nota dada ao aluno, baseado somente no número de questões corretas deixa de levar em conta eficazmente o comportamento dos alunos de serem

consistentes em suas respostas.

Consideramos o comportamento de haver consistência nas respostas do aluno muito importante, mas por outro lado, sabemos que nas questões respondidas corretamente estão implícitos vários outros comportamentos: os de conhecimento de relações, atendimento de conceitos, compreensão da situação física, etc. Tendo isto em vista, adotamos o seguinte critério: damos a cada aluno uma nota $n' = n_T' + n_C'$, onde:

$$n_T' = \frac{6}{14} \times \text{n}^\circ \text{ de questões corretas}$$

$$n_C' = \frac{4}{12} \times \text{n}^\circ \text{ de sub-conjuntos consistentes}$$

Isto significa que, para a nota n_T que leva em conta o número de questões corretas, demos um peso de 60% e para a nota n_C , que leva em conta o número de sub-conjuntos consistentes demos um peso de 40%. A nota final do aluno é, portanto, a média ponderada dessas duas notas.

Pondo à prova a hipótese de que as notas n_T e n_C são iguais, chegamos ao resultado de que ao nível de 5% elas são diferentes.

Deste resultado, concluímos que, embora levando em conta a consistência das respostas com um peso de 40%, a nota final é diferente daquela em que não a consideramos.

CONCLUSÕES

Uma finalidade deste trabalho foi a de avaliar em que nível os alunos são consistentes em suas respostas. Apesar das dificuldades apresentadas na elaboração de um instrumento que meça os objetivos comportamentais, propusemos um teste que julgamos fornecer indicações sobre o comportamento do aluno de verificar se suas respostas são consistentes.

Baseado no resultado deste teste, foi verificado que:

- para cada sub-conjunto de duas questões relacionadas através de um mesmo conteúdo mas apresentadas de diferentes formas, uma descritiva e outra gráfica, aproxima-

damente 35% dos alunos que apresentam todos os pré-requisitos necessários para resolver o problema proposto, foram consistentes em suas respostas;

- para cada sub-conjunto de duas questões gráficas, relacionadas através de uma relação simples entre duas grandezas, a porcentagem de alunos diminuiu para aproximadamente 20%;
- no sub-conjunto de três questões gráficas, relacionadas através de uma relação simples e relembrada no enunciado, somente 7% dos alunos foram consistentes em suas respostas;
- nenhum aluno apresentou todas as suas respostas consistentes.

Estes dados nos mostram que uma grande proporção dos alunos, que terminam o 1º ano do curso básico de Física, não apresenta consistência em suas repostas quando o curso não tem este comportamento por objetivo.

Se julgamos importante este comportamento, salientamos a necessidade de que se programe atividades que levem o aluno a atingi-lo, bem como, de que seja avaliado sistematicamente.

Além do nível de consistência das respostas apresentadas, o teste nos forneceu dados para outras conclusões, tais como:

- apesar das questões de pré-requisitos envolverem simples definições e relações de conteúdos mais importantes do 1º ano básico, o resultado obtido nos deixa preocupados. Aproximadamente 50% dos alunos não souberam respondê-las corretamente, aliado ao fato de que em vários casos escolheram alternativas absurdas, principalmente no que se refere ao conceito do centro de massa;
- em algumas questões é notória a falta de discriminação entre problemas resolvidos durante o curso e o novo problema de uma mesma situação física;

tendo em vista que, uma nota dada ao aluno, somente a partir de respostas emitidas corretamente, não leva em conta eficazmente a consistência de suas respostas, propusemos um critério de correção que considerasse também este comportamento.

Embora este trabalho tenha dado ênfase somente ao comportamento de consistência das respostas, julgamos importante que numa avaliação do desempenho do aluno, todos os comportamentos relevantes requeridos para resolver um problema sejam considerados.

AGRADECIMENTO

Ao prof. Nagib Lima Feres, do Instituto de Matemática e Estatística da USP, agradecemos a assessoria dada quanto ao método de análise.

(*) Este trabalho apresenta-se incompleto devido à limitação de páginas imposta pela S.B.F. Se algum colega quiser o trabalho por completo, escreva para os autores.

ANEXO I

O enunciado deste problema refere-se às questões Q9 a Q22.

Uma granada de massa M é presa num tipo de "estilingue", cujo elástico de constante K e comprimento de repouso ℓ_0 tem um comportamento ideal. A forquilha do estilingue está fixa na beira de uma rocha, cuja altura em relação à planície é $y=H$.

Um rapaz estica o elástico com a granada até a distância $d=3\ell_0$ da beira da rocha. Faz isto deslocando a granada sobre uma pista especial plana, com espessura desprezível em relação à altura H da rocha e muito bem polida, colocada horizontalmente sobre a rocha.

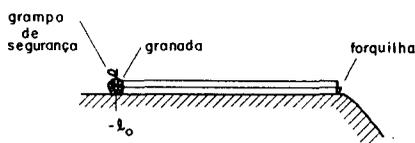
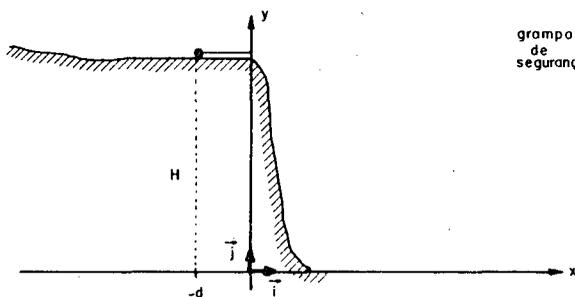
É solto o sistema elástico-granada e a granada deixa a beira da rocha com velocidade $\vec{v}=v_0\vec{i}$. Como em qualquer estilingue, o projétil (nossa granada) solta-se do elástico e este fica não distendido, pronto para ser usado novamente.

A granada, para o nosso azar, perdeu, durante o trajeto horizontal sobre a rocha, o grampo de segurança que não permitia a sua explosão. Na altura $y=\frac{3}{4}H$, com uma velocidade $\vec{v}=\vec{v}_g$, ela explode praticamente em dois fragmentos de massas m_1 e $m_2=2m_1$.

O rapaz observa que m_1 , logo após a explosão, ao invés de descer, sobe verticalmente com velocidade $\vec{v}_1=v_g\vec{j}$ e também observa que m_2 sai da explosão com velocidade \vec{v}_2 .

Depois de algum tempo m_2 atinge o solo, numa colisão totalmente inelástica, e aí fica. Um pouco depois, m_1 também atinge o solo, numa colisão totalmente inelástica, permanecendo aí.

Serão ainda desprezados: a resistência do ar, a distância entre os braços da forquilha do estilingue comparativamente a ℓ_0 e o tempo de duração da explosão.



Considere os seguintes instantes significativos:

t_0 = a granada é largada a uma distância $d=3\ell_0$ da beira da rocha.

t_1 = a granada atinge a distância $d_1 = \ell_0$ da beira da rocha.

t_2 = a granada deixa a beira da rocha.

t_3 = a granada explode a altura $y = \frac{3}{4}H$.

t_4 = o fragmento de massa m_2 atinge o solo e aí fica.

t_5 = o fragmento de massa m_1 atinge o solo e aí fica.

Q9. Considerando a energia mecânica (E_M) do sistema (elástico + granada ou seus fragmentos) como a soma das energias cinética, potencial elástica e potencial gravitacional, qual das afirmações abaixo é correta para energia mecânica?

- diminui instantaneamente em t_3, t_4 e t_5 .
- diminui instantaneamente em t_3 e aumenta instantaneamente em t_4 e t_5 .
- aumenta instantaneamente em t_3, t_4 e t_5 .
- aumenta instantaneamente em t_3 e diminui instantaneamente em t_4 e t_5 .
- cresce linearmente de t_0 a t_5 .

f) mantém-se constante de t_0 a t_5 .

Q10. Sobre a energia cinética do sistema (E_c) podemos afirmar que:

As mesmas alternativas de Q9.

Q11. A respeito da coordenada x do CM do sistema (X_{CM}), é correto afirmar que:

a) cresce instantaneamente em t_3 e t_4 .

b) cresce instantaneamente em t_3 e diminui instantaneamente em t_4 .

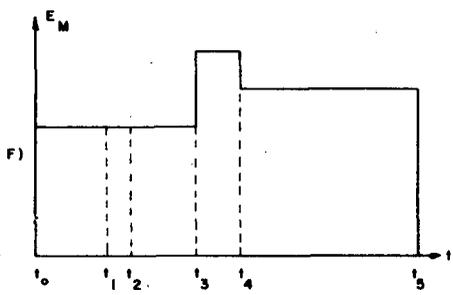
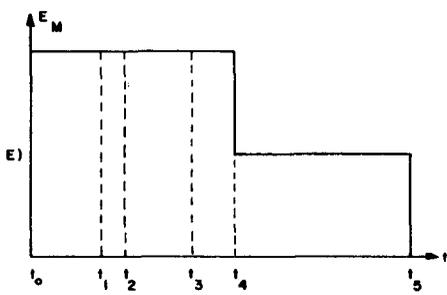
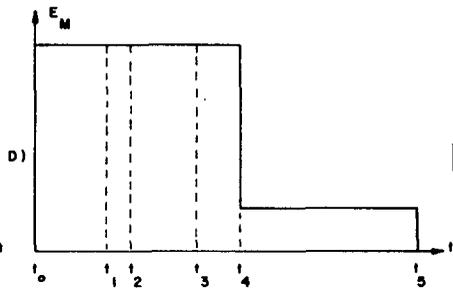
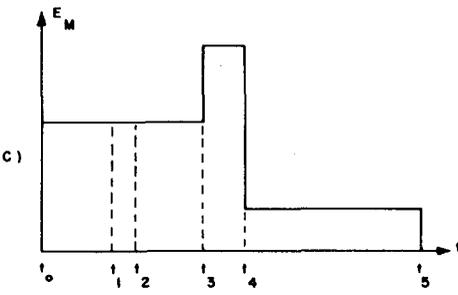
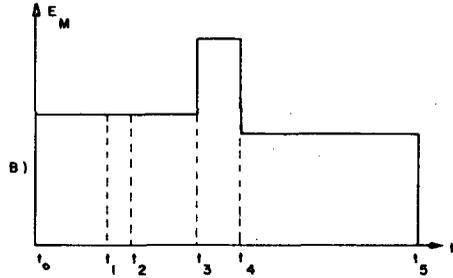
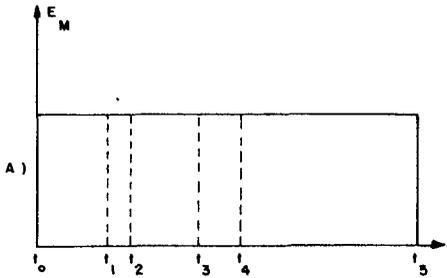
c) diminui instantaneamente em t_3 e t_4 .

d) diminui instantaneamente em t_3 e aumenta instantaneamente em t_4 .

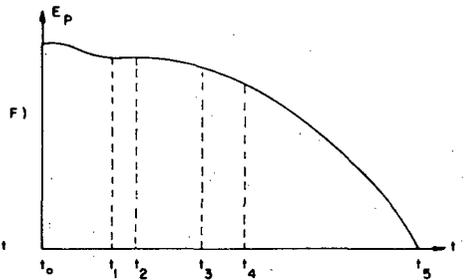
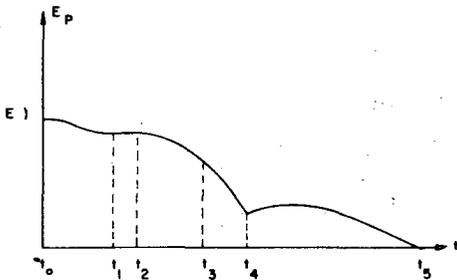
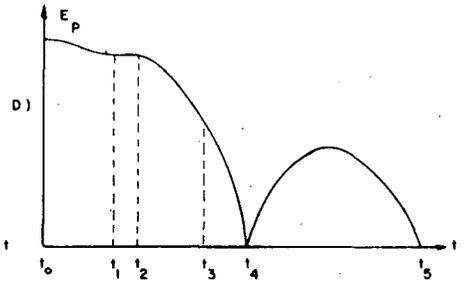
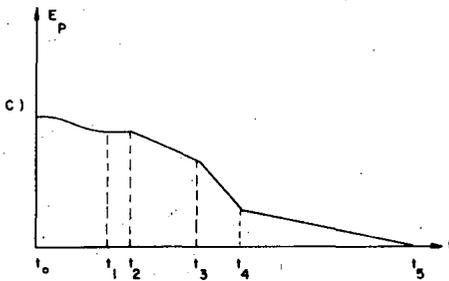
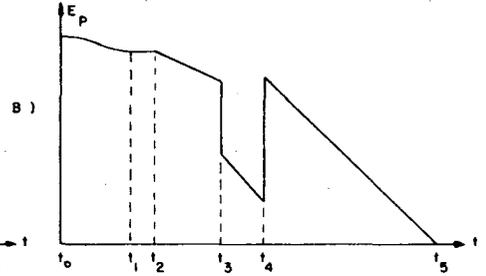
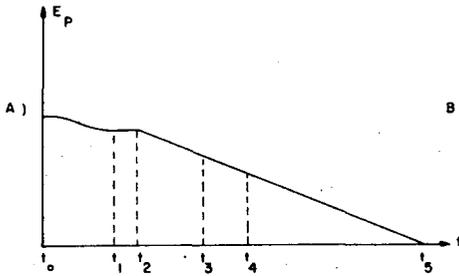
e) cresce linearmente com o tempo de t_2 a t_4 .

f) mantém-se constante de t_2 a t_4 .

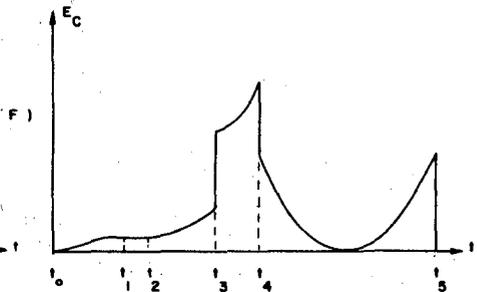
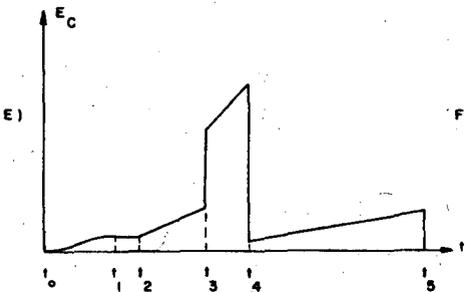
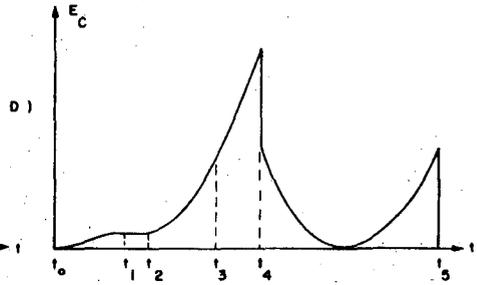
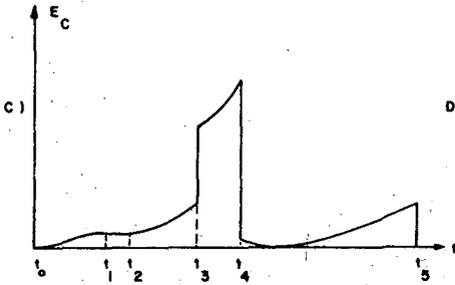
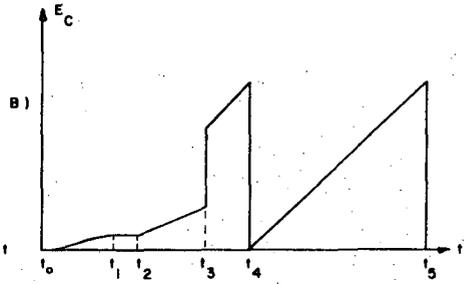
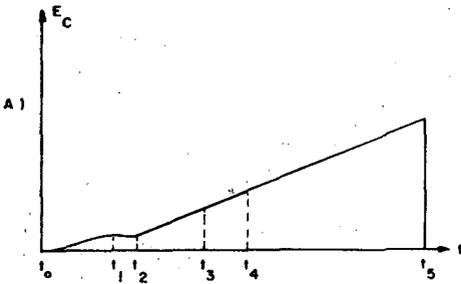
Q15. Qual dos gráficos abaixo melhor representa a Energia Mecânica do sistema (E_M) em função do tempo? (Lembre-se que a Energia Mecânica do sistema é a soma de energia cinética, energia potencial elástica e energia potencial gravitacional.)



Q16. Qual dos gráficos abaixo melhor representa a Energia potencial do sistema (E_p) em função do tempo? (Energia Potencial do sistema é a soma da energia potencial elástica e energia potencial gravitacional.)



Q17. Qual dos gráficos abaixo melhor representa a Energia Cinética do sistema (E_c) em função do tempo?



ANEXO 2

SUB-CONJUNTOS RELEVANTES

O conjunto de questões do problema apresentado no teste tem a característica de que, se o aluno for consistente em todas as suas respostas, ele deverá acertar todas as questões.

Podemos dividir o conjunto de questões do problema em vários sub-conjuntos, em função das relações existentes entre as questões. Estes sub-conjuntos são os seguintes:

- 1) sub-conjunto de nível 1: formado de uma questão descritiva e de uma gráfica, ambas envolvendo certos conceitos em comum.
- 2) sub-conjunto de nível 2,3 ou 5: formado, respectivamente de 2,3 ou 5 questões gráficas relacionadas através de relações simples, dadas ou admitidas como conhecidas pelos alunos.

O aluno que tem todos os pré-requisitos relevantes para solução do problema e que escolhe as respostas consistentes, dentro de cada sub-conjunto, apresenta em suas respostas consistência de nível do sub-conjunto definido.

Se todas as respostas apresentadas são consistentes entre si, então dizemos que o aluno apresenta consistência total. Este aluno apresenta, implicitamente, as consistências de níveis 1,2,3 e 5 em suas respostas. O aluno que apresenta consistências de níveis 1,2,3 e 5 pode não apresentar consistência total em suas respostas.

Os onze (11) sub-conjuntos relevantes são:

sub. conjuntos	nível	questões relacionadas	conceitos ou relações físicas
A	1	Q.9 e Q.15	$E_T(t)$
B	1	Q.10 e Q.17	$E_C(t)$
C	1	Q.11 e Q.19	$X_{CM}(t)$
D	1	Q.12 e Q.21	$V_{YCM}(t)$
E	1	Q.13 e Q.22	$I_{PCM}(t)$
F	2	Q.14 e Q.17	P_{CM} e E_C
G	2	Q.19 e Q.20	X_{CM} e V_{XCM}
H	2	Q.18 e Q.21	Y_{CM} e V_{YCM}
I	2	Q.16 e Q.18	E_P e V_{YCM}
J	3	Qs.15,16,17	E_T, E_P e E_C
K	5	Qs.15/18 e 21	E_T, E_P, E_C, Y_{CM} e V_{YCM}

Exemplo de um sub-conjunto:

- sub-conjunto J

pré-requisitos: o aluno deve ser capaz de somar gráfico ponto a ponto.

tipos de respostas consistentes:

tipo	alt.Q15	alt.Q16	alt.Q17
I	a	a	a
II	c	e	e
III	e	d	d
IV	c	e	c

TABELAS:

TABELA I

Nível	sub-conjunto	n	\bar{p}	p	i	
1	A	58	0,84	0,39	0,35	0,43
1	B	44	0,64	0,30	0,26	0,34
1	C	43	0,62	0,29	0,25	0,33
1	D	47	0,68	0,32	0,28	0,35
1	E	53	0,77	0,36	0,32	0,40
2	F	40	0,58	0,27	0,23	0,31
2	G	36	0,52	0,24	0,20	0,28
2	H	25	0,36	0,17	0,14	0,20
2	I	20	0,29	0,14	0,11	0,16
3	J	10	0,14	0,07	0,05	0,09
5	K	5	0,07	0,03	0,02	0,04
consistência total		0	0	0	0	

TABELA II

Nº de sub-conjuntos consists.	Nº de alunos	Proporção em 148	Proporção em 69
0	79	0,53	-
1	1	0,00	0,01
2	6	0,04	0,09
3	13	0,09	0,19
4	8	0,05	0,12
5	10	0,07	0,14
6	10	0,07	0,14
7	10	0,07	0,14
8	6	0,04	0,09
9	0	0,00	0,00
10	3	0,02	0,04
11	2	0,01	0,03
CT	0	0,00	0,00

TABELA III

Nº de alunos	Nº de alunos	Proporção em 148	Proporção em 69
0	0	0,00	0,00
1	1	0,00	0,01
2	4	0,03	0,06
3	1	0,00	0,01
4	7	0,05	0,10
5	9	0,06	0,13
6	7	0,05	0,10
7	11	0,07	0,16
8	8	0,05	0,12
9	5	0,03	0,07
10	6	0,04	0,09
11	7	0,05	0,10
12	1	0,00	0,01
13	2	0,01	0,03
14	0	0,00	0,00

H₃ — AULA EXPOSITIVA ou ESTUDO DIRIGIDO?

BASSI, Darwin & STEMPNIAK, Roberto

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Um método híbrido Aulas-expositivas/Estudo-dirigido foi aplicado durante dois semestres nos cursos de Física do 1º Ano Fundamental do Instituto Tecnológico de Aeronáutica e da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá.

O método pretendeu dar oportunidade ao aluno de aprender por si só determinados tópicos menos difíceis da matéria, cabendo ao professor a orientação desse aprendizado e a exposição eventual de tópicos mais complexos ou práticas demonstrativas.

O ambiente físico da sala de aula também foi mudado, substituindo-se as carteiras comuns por mesas amplas e cadeiras confortáveis.

Serviram de campo de aplicação para o método duas populações de características diversas, quer na forma como foram selecionadas para a Faculdade, quer no que se refere ao regime escolar a que estão submetidas.

Um processo de avaliação intensiva acompanhou a aplicação do sistema.

O resultado final (de dois semestres) é apresentado, com uma discussão comparativa da validade do método nas duas Escolas e a apreciação dos próprios alunos sobre o sistema.

Ao longo de mais de vinte anos de ensino, temos notado uma grande modificação na qualidade intelectual, no comportamento e nas reações frente ao método tradicional de ensino por parte dos estudantes que ingressam no curso superior.

O desenvolvimento dos meios de comunicação, a abundân-

cia crescente de textos especializados nas diversas matérias, a competição pelas vagas, levam atualmente às universidades estudantes com bagagem maior de informação do que há vinte anos. Estes novos alunos, irrequietos, informais, argumentadores, esperam encontrar no curso superior algo de novo no que concerne ao ensino: professores que sejam sumidades nos respectivos assuntos e métodos de ensino revolucionários, compatíveis com o vertiginoso progresso da era em que vivemos. Eis porque grande parte desses estudantes se decepciona ao encontrar mestres normais que lhes transmitem os conhecimentos expressos nos livros textos que eles próprios possuem, por meio de aulas expositivas que, salvo pelo uso de alguns recursos audiovisuais hoje disponíveis, não diferem daquelas que seus pais e seus avós tiveram quando estudantes.

A obrigatoriedade de frequência a uma alta porcentagem de aulas cria, em alguns, um sentimento de revolta por julgarem desperdício de tempo as horas em que permanecem passivos ouvindo o mestre expor matéria que eles podem encontrar nos livros. Surgem assim aqueles que advogam a frequência livre.

Há sem dúvida professores que conseguem preparar aulas interessantes com demonstrações experimentais e discussão de problemas pouco comuns; também é fato sabido que em certas partes da matéria mesmo esses professores não conseguem evitar que a aula se torne maçante e cansativa para uma juventude dinâmica que não sabe ser passiva e quer participar.

Esse problema temos enfrentado ultimamente no Instituto Tecnológico de Aeronáutica, onde os alunos, selecionados dentre um grande número de candidatos, o que lhes confere a condição de intelectualmente bem dotados, interagem com os professores visando modificar o método de ensino.

Para fugir da aula expositiva tradicional, diversas opções se apresentam atualmente, algumas mais, outras menos adaptáveis à nossa legislação de ensino, à disponibilidade

de professores e à existência de equipamentos.

AS SOLUÇÕES PROPOSTAS

A idéia fundamental de todas as soluções tentadas é a substituição parcial ou total de aula expositiva ou outros processos de transmissão de informação: material impresso, filmes de curta metragem, *loops*, *video tapes*, gravadores de som, etc.

Entre os métodos empregados, encontramos o estudo dirigido, que se utiliza basicamente de material corrente (isto é, o mesmo tipo de livro texto do curso com aula expositiva) ou ainda utilizando os modernos programas de ensino embutidos nas chamadas "máquinas de ensinar" e os métodos de ensino personalizado que em conjunto são chamados de "Método Sherman-Keller".

A diferença entre o estudo dirigido e o ensino personalizado consiste principalmente no fato que este último permite ao aluno seguir o curso em sua velocidade própria enquanto que o primeiro impõe uma velocidade de aprendizagem determinada previamente pelo professor.

A semelhança entre esses dois métodos está na ausência de aulas expositivas (a não ser em ocasiões excepcionais) e no atendimento do aluno que é feito na medida em que o mesmo tem dificuldades. Este atendimento no caso do ensino personalizado é efetuado não pelo professor, mas por monitores.

O MÉTODO HÍBRIDO

Dentro da nossa legislação, que exige dos alunos uma alta frequência às aulas (70% na FEG e 90% no ITA) o ensino personalizado não encontra guarida, por abolir as aulas em conjunto, uma vez que cada aluno progride com velocidade própria. Para o emprego desse método é necessária ou uma redefinição do conceito de aula ou uma permissão especial dos órgãos competentes por se tratar de experiência nova no ensino.

Outro problema que surge no ensino personalizado é o

grande número de instrutores envolvidos. A sugestão é que se aproveitem como monitores, alunos mais avançados. Aqui surgem dois entraves: primeiro - nem sempre a Instituição conta com recursos para pagar esses monitores (esse foi o nosso caso em ambas as Escolas); segundo - a diferença de preparo entre os monitores e mesmo sua falta de vivência podem minimizar as virtudes do método.

Incompatibilizados com o sistema tradicional e sentindo as dificuldades acima expostas para a adoção do ensino personalizado, decidimos adotar uma espécie de estudo dirigido, com a abolição quase total da aula expositiva.

Os tempos de aula, de frequência obrigatória (deméritos atribuídos pela ausência), passaram a ser considerados como "estudo em classe". Para isso, eram marcados itens do livro texto que deveriam ser lidos para que em seguida fossem respondidas questões impressas e distribuídas no início da aula.

As salas de aula foram modificadas: em lugar das tradicionais e incômodas carteiras universitárias fizemos construir mesas em fôrmica de 75 x 55 cm e adquirimos cadeiras anatômicas de assento plástico. O número de alunos por sala era de 35 no ITA e 50 na FEG. Durante o estudo, a resposta às questões e a solução de problemas, o professor ficava disponível para responder a eventuais dúvidas dos alunos. Dada a liberdade de locomoção do professor entre os estudantes, o contato mestre-aluno se estreitou bastante, permitindo ao professor seguir o progresso do aluno; assim, as aulas de Física passaram a ser exclusivamente aulas de Física.

Os próprios alunos acabaram por levar o sistema para um método híbrido: estudo orientado-aula expositiva que se revelou de extraordinário sucesso. No contato direto com os alunos eram observadas dúvidas comuns a um grande número deles; neste ponto o professor fazia uma exposição do assunto já ciente das dificuldades encontradas. O processo se institucionalizou de tal modo que entre as sessões de estudo,

foram programadas aulas expositivas, projeções de *loops* e filmes de longa metragem e experiências demonstrativas, quando a matéria permitiu. Um fato notável foi observado: a valorização da aula expositiva. Consciente de que, nas explicações do mestre estariam os esclarecimentos de suas dúvidas a classe se apresentava como uma assembleia atenta. Os problemas de disciplina que, vez por outra, tivemos nos anos anteriores, desapareceram totalmente, dando margem ao nascimento de uma grande camaradagem entre alunos e mestres.

MÉTODO DE AVALIAÇÃO

As duas populações estudadas apresentavam características diferentes tanto na forma de seleção para a Faculdade, quanto no regime de aprovação no curso.

No ITA, 120 alunos são selecionados entre cerca de 1.500 candidatos. A nota mínima de aprovação é 65% e não se permite repetição a não ser em uma matéria. A tolerância de faltas é de 15% por matéria e 10% no total.

Na FEG, 60 alunos até 1974 e 100 a partir de 1975, são selecionados entre 300 a 400 candidatos. A nota de aprovação é 50% e com o sistema de créditos introduzido em 1975 desfez-se a figura do repetente. A tolerância de faltas é de 30%.

O livro adotado em ambas as Escolas foi o de Resnick-Halliday vols. 1-1 e 1-2 inteiramente cobertos no ITA em 32 semanas com 4 horas de aulas no 1º semestre e 5 no segundo. Na FEG, estudou-se 90% do programa, em 32 semanas de 4 aulas por semana.

De duas em duas semanas foi ministrado um teste envolvendo matéria de dois capítulos em média e ao final de cada período de 8 semanas os alunos fizeram uma prova abrangendo toda a matéria do bimestre. Para os alunos do ITA houve ainda o exame final de cada semestre. Exercícios para casa, em média uma série cada duas semanas, foram passados e corrigidos.

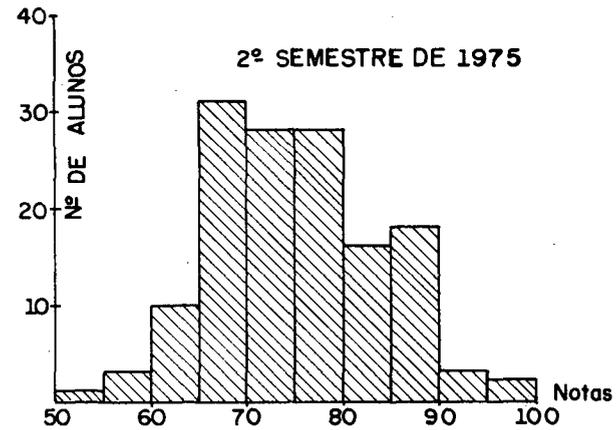
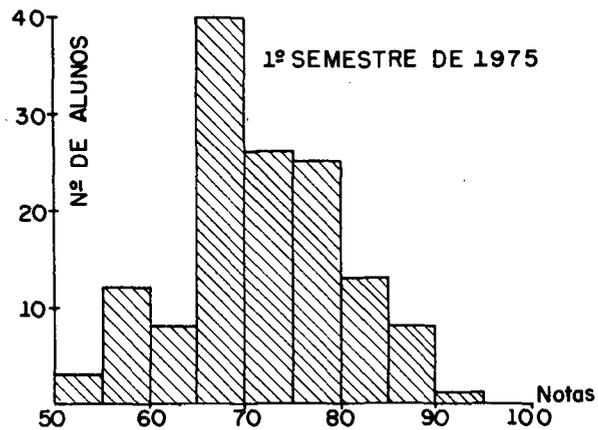
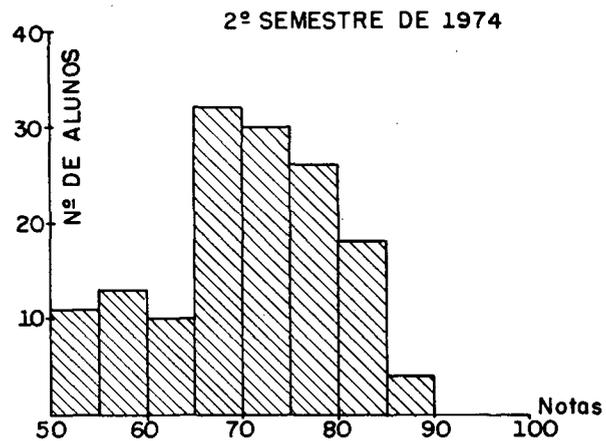
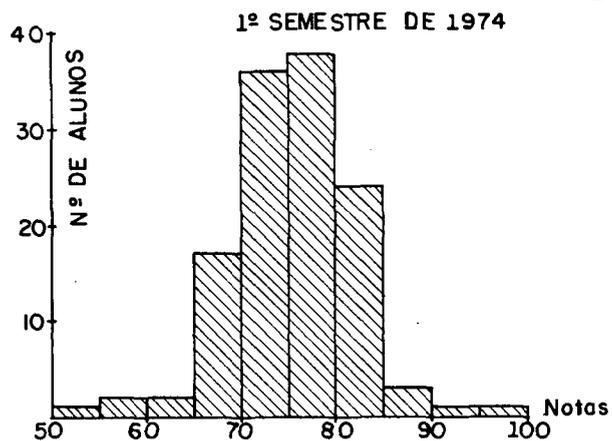
RESULTADOS E CONCLUSÕES

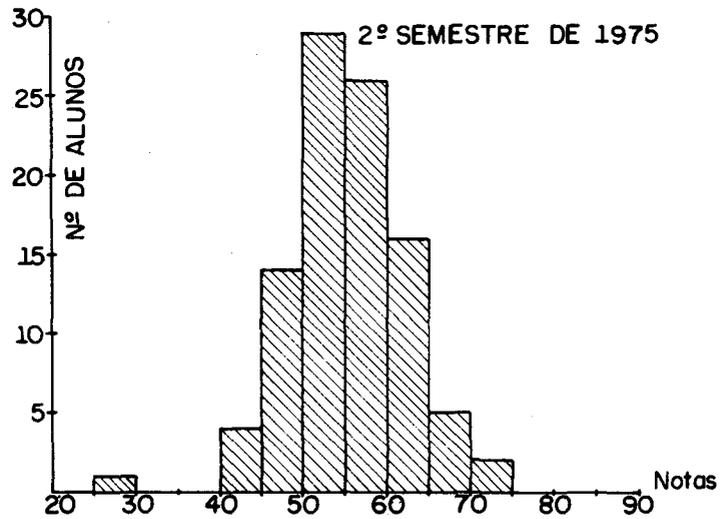
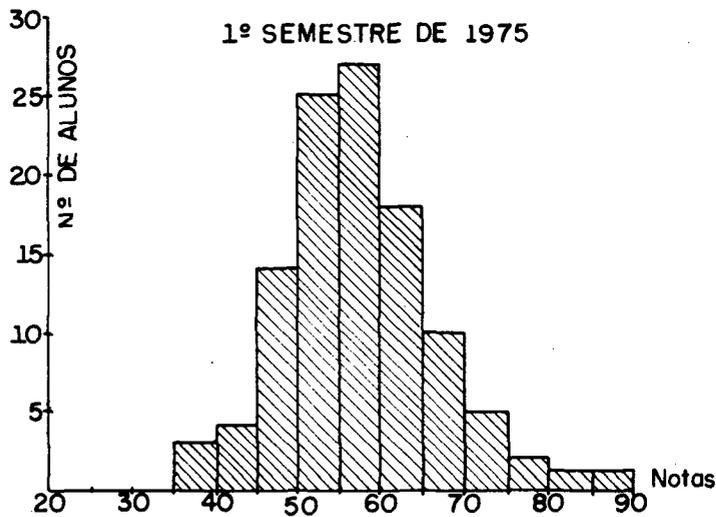
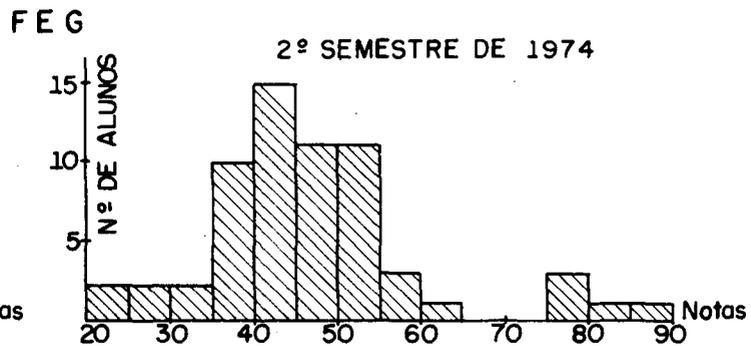
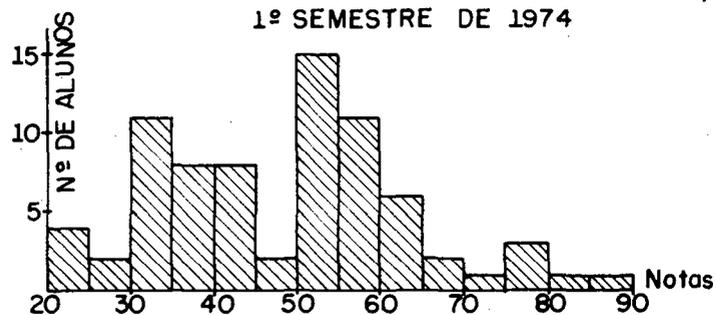
O quadro abaixo estabelece uma correlação para os resultados obtidos na cadeira de Física do 1º Ano, no Instituto Tecnológico de Aeronáutica e na Faculdade de Engenharia de Guaratinguetã (Universidade Estadual Júlio de Mesquita) entre os anos de 1974 e 1975, ou seja, uma comparação entre aula expositiva e o método híbrido.

A seguir estampamos os histogramas do aproveitamento.

1974 - Aula expositiva				1975 - Método Híbrido			
Carteiras Comuns				Mesas Individuais			
Frequência							
ITA		FEG		ITA		FEG	
90 - 95%		80 - 90%		≥95%		≥95%	
Reprovação em 1ª época							
1ºSem.	2ºSem.	1ºSem.	2ºSem.	1ºSem.	2ºSem.	1ºSem.	2ºSem.
10,5%	20,3%	47%	69%	16,2%	10,4%	19%	20%

ITA





Uma análise dos resultados acima mostra que o método é mais eficiente quando se trata de alunos com menos base inicial. Assim é que os alunos da FEG apresentaram um aproveitamento relativamente maior, tendo em vista a queda dos índices de reprovação.

No 1º semestre de aplicação do método no ITA o resultado não foi muito satisfatório comparado com igual período do ano anterior. Vários fatores foram responsáveis; trote prolongado, o que impediu o estudo sistemático de início, fase de adaptação ao método (mais difícil de ser conseguida quando a base inicial adquirida em outro sistema é grande), etc. No entanto, quando o sistema híbrido entrou em plena atividade por insistência dos próprios alunos, os resultados foram melhores (V. aprovação no 2º semestre).

Estamos convencidos que o aperfeiçoamento deste método com uma dosagem de 50% de estudo dirigido e 50% de aula expositiva trará condições excepcionais de aprendizado.

Solicitados a opinar, através de um amplo questionário, os alunos deram valiosas sugestões que serão aproveitadas. Alguns dos quesitos desse questionário com as porcentagens de respostas seguem abaixo.

OPINIÃO DOS ALUNOS

6.1 - Como você classifica o seu conhecimento prévio da matéria?

	nulo	pequeno	razoável	grande
ITA	0,8%	27,2%	68,8%	3,2%
FEG	1,5%	36,4%	59,1%	3,0%

6.2 - De que forma o curso correspondeu a suas expectativas?

	mal	razoavelmente	bem	muito bem
ITA	16,0%	43,2%	32,8%	8,0%
FEG	1,2%	38,5%	50,6%	9,6%

6.3 - Atentando para o fato de que o método de ensino proposto visava uma redução do tempo de exposição em aula, por parte do professor, a fim de proporcionar ma-

ior iniciativa aos alunos, como você classifica esse método em relação ao tradicional?

	pior	igual	melhor	muito melhor
ITA	16,7%	14,3%	57,1%	11,9%
FEG	22,0%	7,3%	57,3%	13,4%

6.4 - Em 6.3 foi definida a "teoria" do método. Agora, como é que você classifica a forma como ele foi aplicado?

	mã	razoável	boa	muito boa
ITA	15,6%	44,5%	35,2%	4,7%
FEG	6,1%	41,5%	47,6%	4,9%

6.5 - Na sua opinião, comparando com o método tradicional como é que você classifica a eficiência do curso?

	mã	razoável	boa	muito boa
ITA	11,2%	40,8%	38,4%	9,6%
FEG	1,1%	30,1%	39,8%	29,0%

6.6 - Como você classifica o volume de trabalho que foi exigido no curso (principalmente quanto ao "trabalho em casa")?

	pequeno	razoável	grande	muito grande
ITA	20%	48%	27,2%	4,8%
FEG	8,5%	52,4%	30,5%	8,5%

6.7 - Do ponto de vista de comodidade como você julga a sala de aula com mesas em lugar da de carteira?

	pior	igual	melhor	muito melhor
ITA	1,6%	0,8%	27,6%	70,1%
FEG	2,4%	1,2%	30,5%	65,9%

6.8 - Você gostaria de ver aplicado esse método em seus futuros cursos?

	sim	não
ITA	66,4%	33,6%
FEG	84,1%	15,9%

6.9 - Sem considerar os conceitos que obteve nas verificações de aproveitamento, como você classifica o seu aprendizado da matéria lecionada?

	deficiente	regular	bom	muito bom
ITA	7,1%	30,7%	50,4%	11,8%
FEG	2,4%	43,9%	46,3%	7,3%

6.10- Como você considera o nível das provas e testes?

	baixo	razoável	bom	muito bom
ITA	2,4%	19,0%	66,7%	11,9%
FEG	2,5%	6,2%	58,0%	33,3%

H₄ – IMPORTÂNCIA DA METODOLOGIA DE ESTUDO PARA O APRENDIZADO DO ESTUDANTE DO CICLO BÁSICO

ELIA, Marcos da Fonseca & BARROS, Susana Lehrer de Souza
Instituto de Física – UFRJ

Um curso piloto para estudantes calouros de física do I.F. foi iniciado durante o 1º semestre de 1974. O objetivo fundamental foi dar uma orientação cuidadosa ao estudante, visando a suprir deficiências e eliminar dificuldades. Os meios utilizados foram: uma maior coordenação das tarefas de laboratório com as aulas teóricas tradicionais; aulas dinâmicas semanais de problemas com suporte de monitores seguidos de testes informativos curtos (voluntários).

A análise dos resultados destes testes - além de ter permitido a reciclagem dos estudantes e do curso (nível de qualidade mantido em prejuízo da quantidade) - evidenciou uma alta correlação entre os estudantes que apresentaram um comportamento uniforme de estudo (frequência com bom aproveitamento nos testes) e aqueles que obtiveram bons resultados nas provas do período. O índice de aprovação, com relação aos estudantes que fizeram duas ou três provas, foi superior a 70%.

O Instituto de Física da UFRJ oferece 2 cursos de Física Básica (Geral e Experimental) num total de 8 horas semanais para aproximadamente 2.500 estudantes de 5 áreas profissionais da Universidade.

Até 1974, para ministrar estes cursos o Instituto dispunha de 36 professores, em sua maioria de tempo parcial. Em 1975, através da injeção de recursos para a pesquisa (MEC-DAU; FINEP; BNDE) este número teve um acréscimo considerável de

professores em tempo integral.

Dentro do quadro institucional de até 1974, excetuando algumas tentativas individuais ou de grupos, os cursos eram dados com um mínimo de coordenação e planejamento em equipe, com características tradicionais e sem qualquer metodologia que se ajustasse ao ensino de massa.

O trabalho, que ora é apresentado, foi elaborado para o contexto acima e teve como objetivo introduzir uma metodologia de estudo para estudantes do ciclo básico, o que aqui quer dizer: uma forma de interação de um número muito grande de estudantes com um número muito reduzido de professores.

DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

O método foi aplicado a um grupo piloto de 160 estudantes (120 calouros e 40 repetentes) do curso de Física. O livro texto adotado foi o Halliday-Resnick 1-1 e a ementa oficial abrangia os 13 primeiros capítulos.

As características novas a serem introduzidas pelo método não podiam modificar o número de horas de contato com os estudantes, não só pela sobrecarga horária dos professores já mencionadas, como também, pela sobrecarga dos próprios estudantes (= 30 h semanais). Assim, a fim de conciliar as limitações impostas por um sistema real existente com a intenção de maximizar o trabalho de contato com os estudantes foram utilizados os seguintes meios:

1. Redução do número de aulas expositivas para 2 a 3h/ semanais, sendo o grupo distribuído entre dois professores.

2. Uma primeira aula com ampla discussão sobre o desejo dos professores de tentar melhorar o nível de aproveitamento (reduções de reprovações, mantendo o nível de qualidade). Discussão sobre a importância de se criar hábitos de estudo, da utilização de bibliografia complementar e do uso de material em língua inglesa. Discussão (e distribuição) ainda nesta aula do programa geral do curso, bem como do programa detalhado e do quadro de atividades para as quatro pri-

meiras semanas.

3. Orientações curtas, de fácil leitura, guiando o estudante no uso do livro-texto e enfatizando apenas os conceitos básicos a serem aprendidos.

Eram incluídas ainda nas orientações uma lista de problemas e de leituras complementares.

4. Entrosamento das aulas de laboratório com os assuntos teóricos. Ênfase na verificação empírica de leis (Leis de conservação, etc) antes da formulação teórica.

5. "Aulas" dinâmicas de problemas em 2 horas semanais sem frequência obrigatória, nas quais os professores (2) e os monitores (8) se reúnem em grandes salas com os estudantes. Nestas "aulas" não diretivas os estudantes trabalham em problemas sugeridos ou em outros, individualmente ou em grupos, perguntam, participam e são levados a consultar frequentemente o livro-texto. No final das mesmas, um teste formativo rápido de 3 a 4 questões que abrangessem o assunto da semana, era aplicado. Os mesmos eram discutidos e devolvidos aos estudantes. Serviam como índice de aproveitamento médio da turma e guia para o professor no tempo de permanência num dado assunto (reciclagem).

6. Provas de período (2) e um exame de conteúdo conceitualmente simples porêm com uma tentativa de apresentar os problemas em forma nova, ou seja, não correspondendo em geral ao "problema tipo" do livro.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

A tabela I apresenta uma sinópsse do índice de aproveitamento dos estudantes da turma de Física nos últimos 4 anos. Este índice é definido pelo número de estudantes que completaram os 4 semestres do ciclo básico sem repetição, normalizado ao número de calouros admitidos por ano na UFRJ (120 estudantes).

TABELA I

ANO	Nº de estudantes que terminaram o C.B.sem repetição	Índice de aproveitamento %	L.T.
1972	19	16	Alonso
1973	12	10	Alonso
1974	26	22	Alonso
1975	39	32	Halliday

Pode-se observar um índice de aproveitamento significativamente maior para o grupo de 1975 que teve a metodologia aqui descrita no primeiro semestre de 1974. Observa-se também que o grupo de 1974 teve um índice maior que nos anteriores. A este grupo foi também oferecido um curso metódico de Física I (R.Pereira e T.Abritta)^(*): aulas de leitura dirigida e testes avaliativos semanais. O livro texto adotado, porém, foi o Alonso e Finn, material de leitura mais difícil e que requer do estudante uma maior sofisticação matemática.

O gráfico da figura 1 mostra a correlação entre a média das notas finais do curso de estudantes que fizeram pelo menos duas provas e a frequência aos testes formativos semanais (e conseqüentemente ao comparecimento às aulas de problemas).

(*) Comunicação pessoal.

A correlação é praticamente linear e sugere que o acompanhamento com reciclagem dos estudantes por parte do professor é fundamental para a aprendizagem do ensino de massa.

O fato de que houve oportunidade de reciclagem implica em uma impossibilidade de completar a ementa do curso, porém esta dificuldade não interferiu no aproveitamento do ciclo básico "in totum". Pelo contrário, justifica a hipótese de que é mais vantajoso fixar no estudante os princípios e conceitos básicos (qualidade) do que cobrir o programa oficial (quantidade) como uma formalidade.

A tarefa de entrosamento laboratório/teoria foi mais difícil e não é possível ainda discriminar objetivamente a sua importância.

AGRADECIMENTOS

Aos nossos monitores Marta Feijó Barroso, Carlos Eduardo Magalhães de Aguiar, Manoel Rothier do Amaral Junior, Miguel Alexandre Novak, Teógenes da Silva, Aucyone da Silva, Paulo Paes de Andrade, Arnaldo Paes de Andrade e Jeanne Rousselet, o reconhecimento profundo de que sem eles a tarefa não teria sido efetivada.

H₅ – ATIVIDADES PARA ESTUDO INDIVIDUAL AUTÔNOMO

MARTINS, Roberto de Andrade

Departamento de Física – Universidade Estadual de Londrina – PR

No ensino de nível universitário, pressupõe-se que os alunos são capazes de aprender um assunto de modo autônomo, por meio do estudo de livros didáticos (sem orientação, ou com uma orientação sumária). Não se procura no entanto analisar quais as atividades que o estudante deve aplicar em seu estudo, limitando-se qualquer indicação a coisas vagas como "entender o capítulo" e "resolver exercícios". Observe-se, em primeiro lugar, que o método de estudo deve ser uma função do objetivo a ser atingido com o estudo; o enfoque do curso, que se traduz na forma de avaliação, deverá influir no sistema utilizado. Assim, um curso que se destina a um domínio de técnicas matemáticas de cálculos exige um tipo de estudo diverso de uma disciplina que procure examinar a fundamentação científica de teorias; e assim por diante.

Durante a criação do curso de Física Básica da Universidade Estadual de Londrina desenvolveu-se uma série de técnicas de estudo, destinadas especificamente à compreensão de textos em nível de Física Geral e Experimental, e visando a resolução de problemas e de certos tipos de questões. As técnicas, uma vez aprendidas, permitem que o aluno estude de modo autônomo qualquer texto, sobre qualquer assunto, dentro das especificações acima. Não se trata, portanto, de técnicas de estudo dirigido, em que se exige a elaboração de um material específico para cada texto ou assunto.

Testou-se o sistema desenvolvido por meio de uma etapa do curso em que cada aluno recebia um texto que tinha diferentes equações, nomes, gráficos e dados; de modo tal que cada estudante era obrigado a estudar individualmente.

Embora limitadas ao objetivo que era proposto no curso, as técnicas desenvolvidas servem como um exemplo do modo como se pode produzir roteiros de trabalho semelhantes para cursos com outros objetivos e características.

Não é incomum que os professores reclamem: "Esses meus alunos não sabem estudar!". Em resposta, algum estudante poderia objetar: "Esses meus professores não ensinam a estudar.". E daí? Quem é o culpado? Alguns professores acreditam que não é possível ensinar a estudar (se os alunos não aprendem a fazê-lo por si mesmos, por inspiração divina, nada há a fazer); com isso, eximem-se da responsabilidade. Outros acham que é possível ensinar a estudar, mas não o fazem - talvez por desconhecerem os métodos. Enfim, um outro grupo pensa que é possível ensinar os estudantes a estudarem, e acredita que está realmente conseguindo auxiliá-los nesse sentido.

Pode-se pensar que se trata de um pseudo-problema: não é preciso ensinar ninguém a estudar - "Se o aluno estiver motivado, ele aprende.". É verdade que a motivação é capaz de suplantar obstáculos enormes; mas talvez seja mais interessante remover os obstáculos do que saltá-los. Se a motivação for realmente forte, o aluno pode até mesmo aprender a estudar, por si mesmo, pelo método de tentativa e erro. A motivação impulsiona a pessoa, mas ela própria não fornece os meios de atingir o fim.

Alguns consideram que se aprende a estudar estudando; e organizam seu método de ensino de tal forma que o aluno tenha que "se virar" sozinho. Se as exigências estiverem muito acima da capacidade de alguns dos alunos, isso não será

um sistema de ensino; será um processo de seleção artificial, que fará com que os alunos incapazes desistam. O resultado será realmente uma classe em que todos os alunos sabem estudar sozinhos. É o sistema como o de lançar à água uma pessoa que ainda não sabe nadar (com a diferença de que, no ensino, não se evita os afogamentos). Esse sistema já é antigo; vale à pena inventar outro.

Coloquei-me todos esses problemas, e alguns outros, na época do planejamento do curso de Física Básica da Universidade Estadual de Londrina. Em princípio, o objetivo desse curso era ensinar os alunos a resolverem problemas; mas, à medida que avançavam os estudos, verificava-se que era impossível obter bons resultados sem sanar as falhas que os alunos possuíam em seus métodos de estudo. E como a Física Básica deveria preparar os calouros dos cursos de Ciências Exatas e Tecnologia, a fim de que fossem capazes de sair-se bem nas disciplinas de Física Geral e Experimental, também se deveria tentar ensinar os alunos a estudar, se isso fosse possível. Partimos da suposição de que realmente isso era possível. Não vou tentar demonstrar *a priori* a possibilidade disso; creio que, após ler todo o presente trabalho, muitos se convencerão disso.

Aqui será primeiramente discutido o significado exato da expressão "estudo individual autônomo"; depois, o tipo de estudo individual autônomo desenvolvido em Física Básica; o problema de especificação de objetivos no estudo autônomo; o método de medida utilizado; e a rejeição do método desenvolvido com outras técnicas de ensino.

De um modo bastante impreciso, o resultado que se desejava obter, em Física Básica, era que os estudantes fossem capazes de estudar sozinhos (sem o auxílio de colegas e aulas) um material didático semelhante aos livros-texto de Física Geral e Experimental (Halliday, Zemansky, Goldemberg, etc). Essa não é uma definição precisa daquilo que se buscava, pois não se indicou como se poderia verificar se o aluno estudou adequadamente o material didático.

Uma definição mais clara exige uma especificação das condições prévias do aluno; dos meios que ele pode utilizar e dos objetivos que devem ser atingidos com o estudo. Os objetivos a serem atingidos no estudo autônomo podem ser definidos indicando-se o tipo de teste a que o aluno pode ser submetido a fim de verificar-se se ele estudou adequadamente o texto.

Interessa-nos algo que se possa denominar *estudo individual autônomo*. *Individual*, aqui, significa que o estudante não deve ser ensinado por outro ser humano; que deve aprender por contato com livros, aparelhos, animais, etc. *Autônomo* significa que ele não seguirá uma série de procedimentos bem especificados; terá de dirigir a si mesmo. Até aqui, o termo é tão vago que pode aplicar-se desde um simples trabalho de decorar e aprender a repetir um parágrafo de um livro, até a realização de uma pesquisa experimental ou teórica de alto nível; a ênfase não está no tipo de atividade, ou nos resultados obtidos, mas no trabalho *individual e autônomo*. Pode ocorrer que decorar uma poesia curta seja um trabalho de estudo individual autônomo, e que a realização de uma tese de doutoramento não o seja.

Existem muitos tipos de estudos individuais autônomos, e talvez todos eles possam ser desenvolvidos; é óbvio que, em cada tipo, as capacidades mentais envolvidas são extremamente diversas. Assim, afirmar-se simplesmente que "o indivíduo X é capaz de estudar sozinho de modo autônomo" é uma frase quase desprovida de significado, pois não se indicou o tipo de estudo que ele é capaz de realizar.

Não vamos examinar todos os tipos de estudo individual autônomo existentes; apenas o tipo que foi analisado e desenvolvido em Física Básica; mas ocasionalmente mostraremos que as idéias gerais utilizadas podem ser empregadas em praticamente qualquer outro tipo. Ou seja: pode-se adaptar a metodologia empregada em Física Básica para se ensinar os estudantes a decorar poesias sozinho ou realizar trabalhos de pesquisa - embora nenhum desses dois objetivos tenha sido

realmente desenvolvido por nós.

Pode-se distinguir dois grandes grupos de tipos de estudo autônomo: um em que o fornecimento de material, indicação do assunto e dos objetivos a serem atingidos é externo; ou seja: apenas o procedimento de trabalho, o processamento do estudo, é realmente autônomo; no outro, o indivíduo deve fixar por si mesmo o assunto, material e objetivos do estudo. Esse segundo grupo é o que pode levar ao desenvolvimento de pesquisas realmente criativas - desde que o sujeito não esteja copiando objetivos, procedimentos e materiais de outros pesquisadores, como costuma ocorrer. Seria muito interessante desenvolver métodos que auxiliassem o aprendizado desse segundo grupo; mas nosso objetivo atual se limitou ao primeiro grupo de tipos de estudo autônomo, que corresponde à situação típica de ensino nas universidades. Portanto, não tentávamos ensinar o aluno a escolher um tema de estudos, nem a fixar os objetivos a serem atingidos, nem a selecionar bibliografia; tentávamos ensinar-lhe algumas técnicas de estudo individual e também ensinar-lhe a planejar seu estudo, a fim de atingir os objetivos especificados.

O modo de estudar depende claramente dos objetivos a serem atingidos. Sem se especificar com clareza os objetivos que serão testados ao final do estudo, não se pode exigir que o indivíduo saiba exatamente como estudar. Se o próprio estudante tiver que escolher os objetivos do seu estudo, ou se, não dispondo de orientação do professor, estudar do modo que bem entender, então não tem sentido censurá-lo por não atingir um determinado objetivo, pois talvez ele simplesmente não o tenha atingido porque não se interessou por ele, e não por falta de esforço ou capacidade.

Muitas vezes observa-se reclamações de estudantes que, até um certo dia, tinham se saído bem nos estudos e que comecem a obter maus resultados em uma nova disciplina, pois os tipos de avaliações e de atividades exigidos são diferentes dos até então utilizados. Se os alunos não foram informados sobre o modo como deveriam estudar ou não foram

informados sobre os objetivos da disciplina, a culpa do fracasso cabe ao professor.

Pode-se pensar que seria um "bitolamento" especificar exatamente os objetivos de cada estudo: isso não seria um estudo autônomo. Discordo, pois as atividades de estudo serão decididas pelo próprio aluno, e não pelo professor (não há utilização de material programado, por exemplo); as finalidades são definidas pelo professor, como sempre; a única novidade é que não há segredos - tanto o professor quanto o aluno sabem onde se quer chegar. O mais comum é que nem o professor, nem o aluno tenham uma noção clara sobre os objetivos: ao final de um período de dois meses, o professor resolve dar uma prova, e elabora questões de qualquer tipo, ou retira-as de um livro, sem saber se o seu ensino e o estudo dos alunos estava realmente voltado para aquele tipo de objetivos, ou se está exigindo na prova atividades mentais que não foram desenvolvidas.

O professor que manda que os alunos estudem, sem especificar muito bem o processo, nem indicar os objetivos e, depois, testa seu aproveitamento, não está agindo honestamente. Somente se os alunos estão acostumados com o professor e o tipo de prova, eles mesmos acabarão descobrindo o modo de estudar aquele assunto, de modo a atingir os *objetivos* inconscientes do professor. O objetivo de uma disciplina é aquilo que o aluno deve ser capaz de fazer para terminá-la e todo curso tem objetivos, mesmo que o professor não os tenha planejado, assim como poderíamos dizer que o objetivo da vida é a morte, mesmo sem supormos que alguém planejou isso.

Há professores que procuram alterar permanentemente o seu tipo de provas, sem avisar previamente sobre a necessidade de uma modificação do tipo de processo de estudo nem sobre a modificação dos objetivos; fazem isso a fim de "não bitolar os alunos". Mas se os alunos não sabem qual vai ser o tipo de avaliação nem qual o modo como devem estudar, as provas medirão apenas a casual semelhança entre o aluno e o padrão adotado pelo professor, e não o esforço e as capaci-

dades reais dos alunos. Pode ocorrer, por exemplo, que o professor solicite em uma prova que se descreva o enunciado de Clausius da segunda lei da termodinâmica, e que um aluno medíocre se saia bem, e outros alunos, embora sendo capazes de efetuar raciocínios muito complicados relativos à segunda lei, não obtenham bons resultados.

Muitas vezes evita-se falhas de avaliação utilizando - se provas com consulta, pois então, se o aluno é realmente capaz, ele poderá mostrá-lo. Elimina-se assim, em grande parte, as casualidades.

Existe um tipo de especificação de objetivos que considero realmente bitolante. Conheço uma disciplina em uma universidade em que os professores fornecem aos alunos uma apostila contendo cerca de cem páginas de testes de múltipla escolha; a prova é elaborada com testes dessa apostila. Em minha opinião, um bom tipo de especificação de objetivos contém exemplos de questões, e uma explicação sobre o tipo de questões da avaliação, mas nunca uma lista de todas as possíveis questões a serem utilizadas nas provas, pois nesse caso o aluno precisaria unicamente desenvolver a capacidade de evocação.

O resultado que desejávamos obter pode ser melhor compreendido pela indicação do tipo de medida utilizado para se verificar se o aluno tinha capacidade para estudo individual autônomo ou não.

O estudante recebia um texto curto (menos de cinco páginas) contendo gráficos, equações, dados, descrições, etc - com uma estrutura semelhante a um capítulo de um livro-texto de Física Geral e Experimental. O assunto do texto era desconhecido pelo aluno; grande parte da terminologia era nova; novos conceitos, novas leis, novos aparelhos, etc. Mas todas essas coisas novas eram definidas dentro do próprio texto, ou seja, o texto é fechado - não exige consulta a outros livros para compreensão perfeita, nas condições em que a análise era efetuada (conhecíamos os pré-requisitos dos a-

lunos). O aluno já tinha estudado gráficos e equações semelhantes aos contidos no texto (ou seja: não havia introdução de técnicas matemáticas novas). O texto não continha problemas ou questões. Além do texto, o estudante recebia uma lista dos objetivos a serem atingidos; se os objetivos eram tipos de questão não exercitados anteriormente, recebia também uma explicação adicional sobre esses objetivos, e exemplos de questões. Essas questões destinadas a exemplificar os objetivos não se referiam ao assunto do texto que o aluno ia estudar, mas sim, a um assunto já estudado anteriormente. Dessa forma, evitava-se que a exemplificação de objetivos já fosse um auxílio para o estudo do texto. Após um certo tempo destinado ao estudo individual do texto, aplicava-se uma prova com questões de todos os tipos especificados nos objetivos. A prova era com consulta.

Em princípio, é possível estabelecer uma medida de capacidade de estudo autônomo da seguinte maneira: seria fornecido ao indivíduo um texto desconhecido; ele teria um certo tempo disponível para o estudo do mesmo; e, depois desse tempo, seria aplicada ao sujeito uma bateria de testes que procuraria verificar diversas capacidades: se ele decorou o texto ou partes dele, se é capaz de resumir o texto, se é capaz de identificar em uma lista proposições que estão de acordo com o texto, se é capaz de resolver problemas de aplicação direta das equações do texto, se é capaz de resolver problemas complexos sobre o texto, se é capaz de efetuar deduções de novas equações, a partir das equações do texto, etc. Assim se mediria o resultado do estudo autônomo que o estudante realizou; mas não se poderia ter certeza de que ele *não é capaz* de realizar um estudo diferente e sair-se bem nas questões em que não obteve bom resultado. Talvez simplesmente não lhe interesse decorar o texto, embora seja capaz de fazê-lo. Só se verificaria seus hábitos mentais de estudo, e não suas capacidades.

No curso de Física Básica, ensinava-se gradualmente várias técnicas diferentes de estudo, que eram exercitadas, e

mostrava-se várias técnicas de planejamento de estudos, mas, além de conhecer as técnicas, é preciso que o aluno resolva realmente planejar seu estudo, e resolva utilizar as técnicas de estudo ensinadas. O ideal seria a implantação de um *hábito* de planejar o próprio trabalho. E tudo isso não era fácil.

É difícil, em primeiro lugar, convencer os alunos sobre a importância em se estudar a "teoria" de um certo assunto. Geralmente eles acreditam que "estudar a teoria" é sinônimo de "decorar as equações"; e, sabendo que as provas permitem consulta a livros, apostilas, cadernos, etc., muitos pensavam que não era necessário estudar os textos. Se fossem fornecidos problemas ou questões (como nos livros comuns), eles provavelmente fariam uma leitura sumária do texto e começariam logo em seguida a tentar resolver as questões e problemas. Procuramos mostrar a importância do estudo de texto indicando quais são as atividades mentais exigidas em questões e problemas complexos, a fim de que percebessem que um estudo superficial impede a aplicação do assunto estudado. Mais tarde, ao estudarem os tipos de falhas que ocorrem comumente na resolução de problemas, os alunos se convenceram da importância de um estudo adequado da teoria.

Além de estar convencido da importância, o aluno precisa saber o que fazer com o texto. Ele sabe lê-lo; e o que mais poderia fazer, além disso? Alguns grifam trechos mais importantes; alguns fazem um resumo. Pouquíssimos sabem fazer algo além disso. Não sabendo diversificar suas atividades de estudo de textos, o aluno cansa-se com facilidade, e não consegue dedicar muita atenção ao texto. O texto se esgota em pouco tempo, para ele. Por isso, o curso de Física Básica introduzia uma grande quantidade de técnicas de trabalho, dirigidas a diferentes aplicações. E os alunos verificavam a existência de uma relação entre as técnicas de estudo e os tipos de questões exigidos (objetivos do estudo).

É claro que o professor que, mesmo ensinando técnicas de estudo de textos, avaliasse o resultado final apenas por

uma lista de problemas, estaria desestimulando a maior parte dos alunos, que não veria um resultado direto do esforço dispendido e que não teria certeza sobre a relação entre sua atividade e os resultados obtidos. Assim, utilizávamos nas avaliações questões de muitos níveis e tipos diferentes, justamente a fim de estimular a utilização das técnicas de estudo ensinadas.

Uma importante fase do ensino de métodos de estudo individual, no curso de Física Básica, foi a etapa da *Física Fictícia*. Ela consistia em um período de duas semanas em que os alunos tinham que aplicar tudo o que já haviam aprendido. Recebiam um texto especial para estudos, *individual*; e instruções sobre os objetivos a serem atingidos com o estudo do texto. Eles deveriam estudar o texto individualmente, de modo autônomo, podendo utilizar o método que bem entendessem (mas, é claro, esperávamos que utilizassem as técnicas ensinadas, e que planejassem o próprio estudo). Os textos *individuais* eram assim construídos: distribuía-se a todos os alunos um texto básico, mas que continha cerca de cinquenta lacunas, no lugar de tabelas, equações, nomes, símbolos, etc. O preenchimento dessas lacunas diferia de aluno por aluno, pois dependia do número de matrícula do aluno na Universidade. Os alunos eram avisados de que ficariam confusos se tentassem estudar em grupo - e, realmente, poucos tentaram fazê-lo. A experiência deu bons resultados.

O nome de *Física Fictícia* dado ao assunto estudado nessa fase deve-se a um motivo óbvio: como o preenchimento do texto era quase arbitrário, o seu conteúdo também resultava quase arbitrário; e portanto, não seria possível que todos os alunos obtivessem textos cujas informações científicas estivessem corretas. Por isso, construiu-se um texto em que *todas* as informações eram fictícias, assim como a aparelhagem descrita, o próprio fenômeno, as grandezas, etc. No curso de Física Básica, este material localiza-se na quinta etapa de estudos. Observe-se também que diferenças individuais entre os alunos, como as que poderiam surgir devido

a estudos em cursinhos e colégios, não poderiam influir na avaliação efetuada, já que o assunto realmente nunca poderia ter sido estudado por qualquer dos alunos.

Essa etapa de teste mostrou realmente que a maior parte dos alunos (cerca de 70%) foi capaz de planejar seu estudo e atingir o nível exigido na avaliação posterior. Para isso, dedicaram em geral mais de dez horas ao estudo do texto propriamente dito - enquanto que, sem a preparação prévia, um aluno dificilmente conseguirá dedicar mais de duas horas ao estudo de um texto semelhante.

Queremos esclarecer que as técnicas de estudo utilizadas pelos alunos não se assemelham à técnica de estudo dirigido. É verdade que, para estudar o texto de Física Fictícia, eles se valeram de técnicas previamente aprendidas; mas isso é muito diferente de um estudo dirigido, em que se elabora questões diferentes para cada texto a ser estudado. Se, no material da quinta etapa de Física Básica, trocarmos o texto utilizado, conservando os objetivos, não será necessária outra alteração, pois as instruções de estudo que os alunos utilizavam servia para *qualquer* assunto.

Não se tira o valor do estudo dirigido, com essa observação. É uma técnica de grande valor, em nossa opinião, mas não é um método autônomo. Muitas vezes, após estudar muitos textos utilizando a técnica de estudo dirigido, o aluno torna-se capaz de estudar com maior aproveitamento textos comuns; portanto, o estudo dirigido, de certo modo, ensina os alunos a estudarem e a prestar atenção ao estudo. Mas tudo isso ocorre de um modo quase caótico, sem planejamento e sem controle, e por isso não há grande eficiência no sistema. Em Física Básica, pelo contrário, sabia-se exatamente o ponto que se desejava atingir, e todos os esforços eram concentrados naquela direção.

A descrição detalhada das técnicas de estudo que foram ensinadas em Física Básica não pode ser fornecida aqui; mas basta consultar a quarta e a quinta etapa do curso para ve-

rificar-se exatamente o que se realizou. Aqui, desejamos mostrar as idéias gerais do método, apenas; a exemplificação pode ser encontrada no próprio material didático.

Como sub-produto do estudo que realizamos para o ensino de técnicas de estudo autônomo, surgiram duas idéias que não foram desenvolvidas, mas que vale à pena citar:

1) Enquanto existirem aulas expositivas, seria importante cuidar para que elas atingissem seu objetivo. Seria necessário desenvolver um método para ensinar os alunos a assistirem às aulas assim como se pode ensiná-los a estudar um texto. O aluno que assiste a uma aula unicamente para copiá-la ou resumí-la, ou "ver o que deve estudar", é como um aluno que toma um capítulo de um livro e o lê sumariamente ou faz um resumo, apenas. Para um maior rendimento, é preciso diversificar as atividades. E as atividades dos alunos durante uma aula deveriam ser uma função do resultado que se deseja atingir com uma aula expositiva. Talvez ela se destine apenas a informar aos alunos o assunto a ser estudado; nesse caso, por que não fornecer simplesmente uma bibliografia?

Uma vez definido o objetivo das aulas expositivas, deve-se explicar aos alunos esses objetivos, indicar-lhes como será testado o resultado obtido (por testes imediatamente posteriores à aula) e o tipo de atividades que podem favorecer o real aproveitamento da aula. Assim, as aulas expositivas poderiam passar a uma intensa interação entre alunos e professores, e tornar-se realmente um meio de ensino.

2) Ao elaborar-se uma aula expositiva ou um texto para estudos (texto clássico, não programado), deve-se primeiramente definir a ênfase que será dada ao assunto, e especificar isso no próprio texto ou aula. Assim, pode ser importante compreender a constituição dos aparelhos utilizados e descritos; ou a compreensão dos princípios básicos do assunto; ou a aplicação dos princípios; ou o domínio de validade dos mesmos. Conforme a ênfase, o tipo de texto ou aula deve ser diferente, e o tipo de estudo também. Um co-

nhecimento prévio claro do objetivo a ser atingido facilitar  grandemente a elabora o do material. Observe-se que não estamos aqui tratando de uma fixa o tradicional de objetivos em termos operacionais, ou algo semelhante, mas de definir as atividades mentais para as quais o ensino está voltado.

H₆ – ESQUEMAS AUXILIARES PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

MARTINS, Roberto de Andrade – Departamento de Física – Universidade de Londrina – PR

Na elaboração do curso de Física, da Universidade Estadual de Londrina, foi desenvolvido um recurso capaz de auxiliar o processo de resolução de problemas físicos complexos (de tipo que envolva interconexão de muitas idéias independentes). Trata-se de esquemas em árvore que indicam de forma gráfica a interrelação entre a situação proposta e o resultado a que se deseja chegar; e que permite a construção gradativa das ligações entre eles. Esses esquemas auxiliares levam a pessoa que os utiliza a separar toda resolução de problemas complexos em duas fases: planejamento e execução. Isso evita quase completamente a costuma perda de tempo com tentativas desordenadas. Há procedimentos sistemáticos para construção de "árvores" de resolução; e, após sua obtenção, a execução de cálculos ou deduções de equações torna-se praticamente automática.

Os esquemas de resolução, chamando a atenção para o processo lógico envolvido na resolução dos problemas, mostram muitos tipos de dificuldades que são sentidas normalmente pelos estudantes e que não são facilmente analisadas de outra forma.

Observou-se a importância prática, para o professor, da utilização desses esquemas em árvore: a análise detalhada do processo de resolução, permitida por eles, indica ao professor tudo o que este está pressupondo que o aluno é capaz de fazer ao realizar o problema; e pode mostrar exatamente onde se situa o defeito do processo de ensino, quando os alunos falham ao resolver um determinado tipo de problemas.

Algum tempo atrás, criticava-se muito a *teoria das capacidades ou teoria das faculdades*, segundo a qual cada indivíduo pode desenvolver certas capacidades que podiam ser posteriormente aplicadas (transferidas) a qualquer assunto. Por exemplo: uma pessoa que se dedicasse a decorar poesias aumentaria sua capacidade de decorar qualquer assunto. Experiências clássicas de Therndike e Woodworth, em 1901, pareciam ter desmentido essa concepção, mas suas experiências foram extremamente limitadas, e outros pesquisadores (por exemplo, Sleight, 1911) verificaram a existência de efeitos previstos pela teoria. Admite-se no entanto que a transferência não se dá espontaneamente, e que a conscientização das técnicas utilizadas é muito importante no processo de transferência de métodos de trabalho. Se, por exemplo, um grupo de pessoas dedica-se a decorar poesias e depois lhes é fornecida uma lista de sílabas desconexas que devem decorar, os melhores resultados serão obtidos se as pessoas primeiramente conscientizarem as técnicas utilizadas ao decorar poesias, depois tentarem aplicá-las às sílabas.

Se existir uma capacidade de resolver problemas, ou, o que dá na mesma, se há técnicas de resolução de problemas de aplicação geral, pode-se supor que seu desenvolvimento não se dará simplesmente pelo exercício de resolução de problemas, e que haverá grande vantagem em conscientizar os mecanismos empregados na resolução de problemas, a fim de aplicá-los a situações novas.

Em grande parte, o presente trabalho procurará apresentar juntamente um método que levou à conscientização de processos comumente utilizados na resolução de problemas. Há certas atividades que aumentam grandemente a probabilidade de resolução de problemas complexos, e que podem ser explicadas, conscientizadas e aplicadas facilmente com o auxílio dos esquemas de resolução de problemas, desenvolvidos durante a elaboração do curso de Física Básica na Universidade Estadual de Londrina, em 1975.

Uma das primeiras tentativas realmente práticas de desenvolvimento de um método sistemático de resolução de

problemas foi devida a G.Polya. Seu objetivo era criar uma técnica que auxiliasse alunos de nível secundário a resolver problemas matemáticos indiretos. No entanto, as técnicas desenvolvidas por ele prestam-se igualmente bem a uma classe muito ampla de problemas.

O método de Polya não era uma seqüência rígida de atividades que tivesse por fim obter a resposta a um problema. Dividia o trabalho em quatro grandes partes (compreensão do problema, elaboração de um plano de resolução, execução do plano, revisão), mas admitia que o indivíduo poderia começar imediatamente a execução da resolução do problema, se soubesse resolvê-lo. A seqüência só precisaria ser realmente utilizada quando o problema fosse problemático - isto é, quando não se soubesse como resolvê-lo.

Dentro de cada uma dessas grandes unidades da resolução de um problema, a técnica utilizada por Polya consistia em utilizar uma série de perguntas-chave, cujas respostas podiam favorecer o esclarecimento do problema e a obtenção de uma solução. Eram perguntas tais como: "Qual é a incógnita?" "Você já viu um problema semelhante?", etc. Essas perguntas deveriam ser memorizadas pelos alunos, através de um uso contínuo, até que seu surgimento se tornasse automático, quando o aluno estivesse frente a um problema; e o surgimento da pergunta poderia favorecer a obtenção de uma solução. O sistema utilizado por Polya parece-nos muito bom e em grande parte seguiremos suas idéias gerais, que podem ser encontradas no livro "How to solve it".

O ensino do método de Polya se baseava em atividade dinâmica em classe, dirigida pelo professor: ele propunha um problema e ia fazendo as perguntas-chave à classe, numa seqüência adequada (nem sempre se utilizava todas as perguntas) e ia conduzindo os alunos a compreender e resolver o problema. Após a obtenção da resposta, examinava-se o problema novamente, à procura de falhas, e verificando-se se a resposta era plausível. Polya esperava que o procedimento se fixasse e se tornasse autônomo, após um certo tempo, e diz ter verificado bons resultados. É altamente plausível

que o sistema funcione.

Ao desenvolver o curso de Física Básica, pareceu-nos interessante aplicar a técnica de Polya. Porém, desejávamos utilizar material didático auto-instrutivo, o que exigia uma profunda reestruturação do método; e começamos a verificar algumas dificuldades do método, que limitavam bastante seu valor prático. A fim de compreender-se melhor essas dificuldades, fornecemos abaixo um resumo da técnica de Polya:

Compreensão do problema

Você tem que entender o problema:

Qual é a incôgnita? Quais são os dados? Qual é a condição ?

É possível satisfazer a condição?

A condição é suficiente para determinar a incôgnita?

Ou é insuficiente? Ou redundante? Ou contraditória?

Desenhe uma figura. Introduza notação conveniente .

Separe as várias partes da condição. Você pode escrevê-las?

Elaboração de um plano

Encontre a conexão entre os dados e a incôgnita.

Você pode ser obrigado a considerar uma conexão imediata.

Você deveria obter eventualmente um plano da solução.

Você viu o problema antes? Ou viu o mesmo problema numa forma ligeiramente diferente?

Você conhece algum problema relacionado? Conhece uma lei (teorema) que poderia ser útil?

Olhe para a incôgnita; e tente pensar num problema familiar que tenha a mesma incôgnita ou outra semelhante.

A partir do problema A relacionado a este, o que se poderia fazer? Você poderia utilizá-lo? Poderia usar seu resultado ou método? Poderia modificá-lo de modo a tornar possível seu uso? Você poderia reformular o seu problema? Poderia exprimi-lo de modo diferente?

Volte às definições.

Se você não pode resolver o problema, tente resolver algum problema relacionado. Poderia imaginar um problema relacionado mais acessível.

Um problema mais geral? Um problema mais especial? Poderia resolver uma parte do problema?

Poderia determinar alguma coisa útil a partir dos dados? Poderia pensar em outros dados apropriados para determinar a incôgnita?

Usou todos os dados? Usou a condição inteira?

Levou em conta todas as noções necessárias envolvidas no problema?

Execução do plano

Execute seu plano.

Executando seu plano de resolução, teste cada passo. Pode ver claramente que o passo está correto? Pode provar que ele é correto?

Revisão

Examine a solução obtida.

Pode testar o resultado? Pode testar o raciocínio? Pode obter o resultado de um modo diferente? Pode vê-lo num relance?

Pode usar o resultado, ou o método, para algum outro problema?

Não é difícil, mas é extremamente cansativo e aborrecido ensinar todos esses passos; e o tempo necessário para fixar-se a utilização de todas essas frases-chave (e outras mais, omitidas nesse resumo) seria enorme. Era preciso estruturar um método mais prático.

Além disso, mesmo que o aluno fosse capaz de aprender todas essas frases, é difícil manter uma concatenação de idéias suficiente para atingir a solução: pode ser que ele formule a si mesmo as perguntas, saiba respondê-las, mas não consiga resolver o problema.

Se fosse possível ir registrando as respostas a todas as perguntas, de modo tal que o aluno pudesse rever tudo o que havia feito, rapidamente, o método seria mais valioso. Mas os alunos não se prestam a tal tipo de trabalho, por ser excessivamente trabalhoso, como verificamos em experi-

ências realizadas anteriormente.

O método de Polya é essencialmente verbal, e depende, na prática, durante muito tempo, da existência de um orientador. Assemelha-se ao método socrático de perguntas; uma pessoa arguida por Sócrates durante anos poderia acabar tornando-se um bom filósofo, mas não se obteria tal resultado rapidamente. Da mesma forma, sem o auxílio do professor, os alunos dificilmente serão capazes de selecionar quais são as perguntas ou atividades importantes, e podem perder-se no processo. O aluno pode mesmo esquecer-se do plano que havia formulado, se o problema for complexo.

Um problema didático trazido pelo método é a dificuldade em verificar-se se os alunos o estão utilizando ou não; e, portanto, a dificuldade em avaliá-lo e corrigi-lo. Somente se o processo fosse totalmente registrado seria possível analisar as dificuldades e falhas. E, como já foi assinalado, o registro sob forma verbal é inviável por sua extensão. Era interessante, por isso, obter alguma técnica de externalização não-verbal das atividades envolvidas na resolução de problemas, pois só essas podem ser facilmente utilizadas, ensinadas e avaliadas.

Por outro lado, a ordem que as técnicas deveriam ser ensinadas não deve ser a ordem do sistema de Polya; aqui, por tratar-se de atividade altamente complexa, de tipo semi-sequencial, é indicado partir-se do fim; ou seja: ensinar-se primeiramente a executar um dado plano de resolução do problema; depois ensinar-se a elaborar o plano; em terceiro lugar ensinar-se a analisar o problema; e em quarto lugar ensinar a rever os problemas (pois isso é um apêndice ao processo). Experiências anteriores mostraram que os alunos não se interessam pelas técnicas de análise de problemas se não sabem para que *isso vai servir*, e que não acham útil a realização de um plano de resolução de problema se não souberem previamente como ele será utilizado. Normalmente, o aluno está ansioso para obter a resposta final e deve-se aproveitar de modo construtivo essa ansiedade, que comumen-

te se traduz pela tendência imediata de fazer cálculos e obter resultados parciais.

Antes de explicar a técnica desenvolvida, é preciso especificar o tipo de problemas que se desejava estudar.

Um problema é qualquer situação em que se deseja obter um resultado, mas não se conhece os meios necessários. A situação "desejo ficar rico" é um problema para muitas pessoas que desejam obter esse resultado (ficar rico) mas não sabem como fazê-lo. A situação "as novas partículas descobertas contrariam a teoria dos quarks" não é um problema, pois não se especifica objetivo algum (poderia ser um problema se fosse expressa assim: "desejo modificar a teoria dos quarks de tal modo que ela explique as novas partículas descobertas", e se não se conhecer o modo de fazer isso).

Embora, até certo ponto, as técnicas de Polya e as desenvolvidas por nós no curso de Física Básica possam se aplicar até mesmo a esses problemas, nosso objetivo real era simplesmente desenvolver um método que facilitasse a resolução de problemas de física do tipo utilizado no ciclo básico das universidades: problemas que podem ser solucionados com a utilização dos conhecimentos de que os indivíduos já disponham (ou seja: problemas que não exijam que o aluno estude novos assuntos ou adquira novas informações); de baixa complexidade matemática, e em que a dificuldade principal seja associar entre si um grande número de informações estudadas sob forma desconexa (várias leis, princípios, etc). Há problemas em que a principal dificuldade, pelo contrário, é uma mudança do ponto de vista do indivíduo, como um célebre problema utilizado por Polya: "Um urso caminha dez quilômetros para o sul, dez quilômetros para oeste, dez quilômetros para o norte, e volta assim ao ponto de partida. Qual é a cor do urso?" A solução do problema exige a utilização de uma mudança de ponto de vista: de uma geografia plana a uma geometria esférica. Pelo contrário, um problema como: Uma pessoa caminha 5 metros a partir de um certo ponto inicial horizontalmente; depois, sobe 4 metros em uma escada vertical; caminha mais 2 metros horizontalmente; na mesma dire-

ção inicial, e desce outra escada vertical de 2 metros; a que distância ela se encontra do ponto de partida?" - exige apenas a associação de várias operações simples para sua solução.

Para resolver-se problemas desse tipo, as condições necessárias são:

- 1 - conhecer as leis físicas necessárias
- 2 - conhecer as técnicas e princípios matemáticos necessários
- 3 - saber aplicar as técnicas matemáticas às leis físicas.
- 4 - conhecer técnicas de resolução de problemas (técnicas heurísticas).

No curso de Física Básica, as técnicas de resolução e revisão de problemas complexos eram apresentados na 6a. e na 7a. etapas. Anteriormente, os estudantes haviam aprendido a estudar textos qualitativos (1a. etapa), utilizar gráficos (2a. etapa), utilizar leis quantitativas em problemas simples, aplicando as técnicas matemáticas adequadas (3a. etapa) e nas outras duas etapas anteriores (4a. e 5a.), além de aprender a estudar textos quantitativos, haviam praticado a resolução de deduções e resoluções de problemas simples (que utilizassem apenas uma ou duas leis). Portanto, na 6a. e 7a. etapas bastava desenvolver as técnicas heurísticas de resolução e revisão de problemas. Além disso, desenvolvia-se um pouco mais as técnicas de estudo autônomo das etapas anteriores.

Como já foi citado, o ensino de técnicas de resolução de problemas iniciava-se pelo desenvolvimento da capacidade de utilizar um plano de resolução de um problema.

Consideremos o seguinte problema:

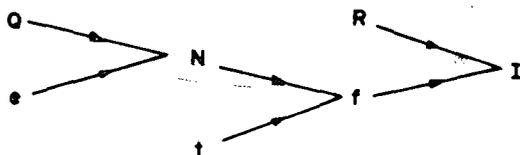
"Um pequeno objeto radioativo, que emite radiações beta, está inicialmente em um estado eletricamente neutro. Após 15 minutos, ele adquiriu uma carga elétrica positiva de $4,4 \times 10^{-13}$ coulomb. Supondo-se que toda carga elétrica adquirida pelo objeto foi mantida nele, e que está no vácuo, determine a intensidade de radiação beta a 18 cm do objeto"

O plano de resolução desse problema pode ser assim

explicado, verbalmente (de acordo com os conhecimentos que os alunos de Física Básica possuíam):

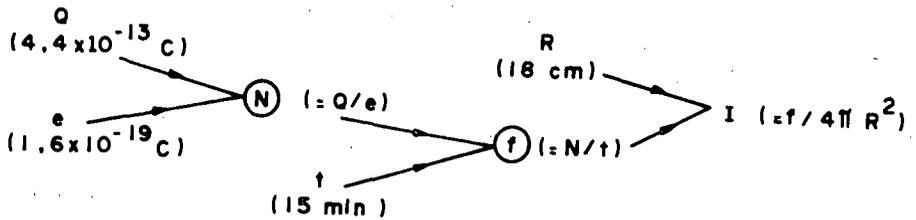
Calcula-se primeiramente o número de partículas beta emitidas nos 15 minutos, através da carga total adquirida pelo corpo radioativo e utilizando-se o valor da carga do elétron, e . Depois, utilizando-se o tempo (15 min), calcula-se o fluxo de partículas que saem da amostra; e, conhecendo-se o fluxo total emitido e a distância (18 cm), calcula-se a intensidade de radiação a essa distância.

A partir de uma descrição como essa, comumente os alunos serão capazes de resolver o problema, pois ele foi decomposto em uma série de problemas de aplicação direta de fórmula. Mas uma descrição desse tipo, verbal, não é muito prática; era interessante desenvolver um meio de registro do plano de trabalho que permitisse uma fácil elaboração e decodificação. Isso foi conseguido com as "árvores" - nome dado pelos alunos aos "esquemas auxiliares de resolução de problemas" utilizados em Física Básica. O plano acima, por exemplo, pode ser assim representado:



Nesses esquemas, a extremidade da direita é a incôgnita, o resultado que se deseja obter; e as extremidades da esquerda são os dados do problema. As setas indicam quais as grandezas que devem ser associadas para calcular-se a incôgnita final ou as grandezas intermediárias (incôgnitas auxiliares do problema).

Um esquema em árvore indica, além disso, os valores dos dados (e constantes, como e) e as equações que devem ser utilizadas para calcular-se cada incôgnita:



Esse problema possuía duas incógnitas auxiliares, e utilizava três equações conhecidas pelos alunos. A partir desse esquema, calcula-se progressivamente os valores das incógnitas, ou deduz-se a equação que relaciona a incógnita aos dados e constantes.

Como os alunos já tinham estudado as técnicas matemáticas e as leis físicas necessárias e sabiam aplicar as técnicas matemáticas à física, não tiveram dificuldade em aprender a utilizar os esquemas em árvore prontos; dada a árvore de resolução completa do problema, é possível, mesmo sem se conhecer o enunciado do problema, calcular-se o valor da incógnita ou deduzir-se a equação que relaciona a incógnita aos dados e constantes, por mais complexo que seja o problema. Após aprendida essa técnica, qualquer falha decorrerá apenas de enganos primários. Isso ilustra bem a idéia expressa por Poincaré em "La science et la méthode", de que a dificuldade essencial em problemas e demonstrações matemáticas, o difícil não era compreender cada passo, isoladamente, mas associar as idéias umas às outras, de modo a chegar ao resultado. Lembra-nos também o "método" de Descartes, especialmente o segundo e o terceiro princípios:

"A segunda, de dividir cada uma das dificuldades que eu examinasse em tantas partes quantas possíveis, e quantas necessárias fossem para melhor resolvê-las; a terceira, de dirigir ordenadamente meus pensamentos, começando pelos objetos mais simples e mais fáceis de conhecer, para subir, pouco a pouco, como por degraus, até o conhecimento dos mais compostos..." ("Discurso do Método")

Observe-se que esses esquemas são de fácil utiliza-

ção e construção, permitem uma visualização das relações entre as grandezas sob uma forma espacial (ao invés de linear, como numa descrição verbal), e contêm mais informações do que a descrição verbal da página anterior. Alunos comuns facilmente desanimariam se tivessem que utilizar e principalmente - construir planos de resolução de problemas sob forma verbal; mas utilizam com entusiasmo os esquemas de resolução em árvore.

Após utilizar árvores completas, os alunos passavam a receber esquemas incompletos (sem a indicação dos valores dos dados constantes, ou sem as equações, ou uma lista de equações sem o esquema em árvore), a fim de que completassem o esquema e o utilizassem; e chegava-se depois a um estágio em que são recebiam o enunciado do problema, e era preciso construir o esquema de resolução completo.

O mais importante dos métodos para construção da árvore consistia em partir da incôgnita e procurar quais as leis que permitem calculá-la, e quais as grandezas que devem ser conhecidas para aplicar-se a lei; algumas dessas grandezas eram conhecidas (dados ou constantes); outras tornavam-se grandezas incôgnitas auxiliares, e a atenção se voltava então para elas: como poderiam ser calculadas?

Como normalmente cada grandeza aparecia em mais de uma lei estudada em Física Básica, podia ocorrer que o indivíduo utilizasse alguma que se adequava às condições do problema, ou que não permitisse avançar além de um certo ponto. Deveria então voltar atrás e recomeçar da incôgnita, ou utilizar outra técnica de construção de árvores.

A segunda técnica de elaboração dos esquemas auxiliares tomava como ponto de partida os dados: o que se pode calcular com os dados fornecidos no problema? Para que podem servir os dados? Quais as leis ou equações em que aparecem grandezas correspondentes a esses dados do problema? A partir de uma análise como essa, podia-se obter relações que facilitassem a visualização de uma relação entre dados e incôgnita e que permitisse a escolha do caminho correto de planificação do problema. Para exercitar esse tipo de

atividades, fornecia-se aos alunos *problemas* abertos: descrições de situações, semelhantes ao enunciado de um problema, mas sem especificação de uma incôgnita; o aluno deveria indicar por meio de um esquema em árvore tudo o que pudesse ser calculado a partir dos dados e condições do enunciado.

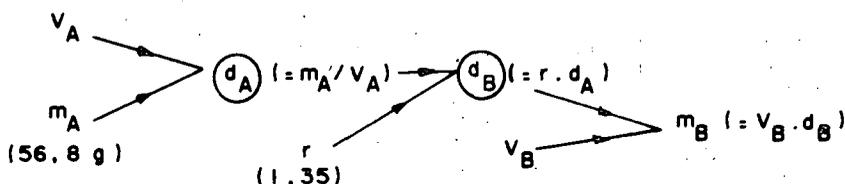
Quando se parte da incôgnita, procurando-se voltar até os dados, vão progressivamente surgindo séries de grandezas necessárias para calcular a incôgnita final ou incôgnitas auxiliares. Cada uma dessas grandezas enquadra-se necessariamente em uma das seguintes categorias:

- é um dado fornecido no enunciado do problema;
- é uma constante universal;
- pode ser obtida de uma tabela ou gráfico conhecido;
- pode ser calculada (incôgnita auxiliar);
- é uma grandeza arbitrária (seu valor não influi no resultado do problema);
- é uma grandeza que nem pode ser calculada (no caso) nem é arbitrária.

O penúltimo caso corresponde a situações do seguinte tipo:

"Os objetos A e B possuem igual volume; a massa de A é igual a 56,8g; a densidade de B é 1,35 vezes a densidade de A. Qual é a massa de B?"

Esse problema pode obviamente ser resolvido sem conhecer-se o volume dos objetos; mas um aluno poderia montar o seguinte raciocínio:



Difícilmente conseguiria resolver o problema, então, pois não saberia como determinar os valores dos objetos. Mas o

volume, nesse caso, é totalmente arbitrário; pode-se supor que os objetos possuem um volume de 10 cm^3 ou 20 cm^3 - em qualquer caso, a resposta final será a mesma, desde que se obedeça à condição $V_A = V_B$. Nesse problema, essa grandeza (volume dos objetos) é uma grandeza arbitrária.

No caso em que a grandeza não seja arbitrária nem possa ser calculada, o problema está seguindo um raciocínio errado, e é preciso voltar atrás e tentar utilizar outra lei que permita calcular a incôgnita final ou incôgnitas auxiliares.

Se uma grandeza é arbitrária, ela aparecerá pelo menos duas vezes no esquema de resolução do problema. Inversamente, sempre que uma incôgnita auxiliar que está atrapalhando a resolução de um problema aparece duas ou mais vezes, é provável que seu valor seja arbitrário. Ensinava-se os alunos a verificar a arbitrariedade de uma dada grandeza, no problema, por um dos dois processos abaixo:

- 1) substituir dois valores arbitrários, bem diferentes, no lugar da grandeza, e calcular-se o valor da incôgnita final, a fim de verificar se seu valor era sempre o mesmo;
- 2) deduzir a equação que relaciona a incôgnita às extremidades da árvore (mesmo que o esquema estivesse incompleto), e verificar se a grandeza suspeita aparece na equação final.

No esquema completo, as extremidades da árvore (excetuando-se a incôgnita final) são os dados numéricos do enunciado; constantes universais; valores obtidos de tabelas; ou incôgnitas arbitrárias. Os valores obtidos de tabelas são escolhidos, normalmente, tendo-se em vista alguma das condições do enunciado - por exemplo: pode ser necessário utilizar uma meia-vida de um certo elemento, na resolução do problema; o enunciado talvez indique qual é o isótopo, mas sem dizer qual é a meia-vida que precisará ser obtida numa tabela contida nos textos estudados.

Os entroncamentos ou forquilhas da árvore de resolu-

ção envolvem operações com grandezas: determinar-se o valor de uma grandeza A, sendo conhecidos os valores das grandezas B, C, D... Para determinar-se esse valor de A pode ser necessário utilizar uma lei física, substituindo-se simplesmente os valores das outras grandezas na fórmula; ou podem ser necessárias complexas manipulações matemáticas ou mesmo utilização de métodos gráficos e aproximativos. No curso de Física Básica os entroncamentos eram ou leis já conhecidas ou fórmulas que podiam ser deduzidas diretamente das leis estudadas.

Em muitos problemas, no entanto, os entroncamentos apresentam uma característica estranha: não exigem nada de complicado, apenas uma regra-de-três, ou algo semelhante. E isso é o que, para os alunos, dificulta tudo - pois esse entroncamento pode ser algo que não foi ensinado e que o professor acha que os alunos têm a obrigação de conhecer, por tratar-se de mero bom-senso. Na verdade, esse bom senso pode incluir raciocínios geométricos espaciais, argumentos de simetria e aplicação de princípios de superposição nem sempre intuitivos e que realmente precisariam ter sido ensinados. É o caso, por exemplo, do professor que ensina a resolver problemas sobre dinâmica de sólidos com um só corpo e depois exige que os alunos saibam resolver um problema em que há vários corpos interligados por cordões.

Podia ocorrer que o aluno não conseguisse elaborar o esquema auxiliar de um dado problema, mesmo utilizando as técnicas ensinadas. Nesse caso, podiam ter ocorrido dois tipos de problema: não conhecer bem o assunto, ou não ter compreendido o problema. Como todos os trabalhos de Física Básica eram realizados com consulta livre, o indivíduo que não estivesse seguro de seus conhecimentos poderia consultar a parte pertinente dos textos, ou consultar seu resumo. Como, no entanto, os alunos tinham sido levados a estudar adequadamente todos os textos utilizados no curso de Física Básica, o mais comum era que eles não tivessem compreendido perfeitamente o significado do enunciado do problema. Observa-se muitas vezes que, com uma simples explicação verbal,

com novos termos, daquilo que se conhece e se deseja atingir, os alunos são capazes de resolver o problema. Mas desejava-se que a atividade de resolução de problemas fosse individual; daí a necessidade de que os próprios alunos soubessem analisar o enunciado, para uma compreensão profunda do mesmo.

A análise de enunciado do problema foi dividida, no nosso curso, em três atividades:

- fazer uma lista de dados
- executar um diagrama da situação descrita
- analisar condições não-numéricas do problema

Se o problema era numérico, a lista de dados incluía os valores, símbolos e descrição de todas as grandezas fornecidas no enunciado. Especificava-se na lista o significado exato de cada grandeza: não só algo como "massa", mas "massa de urânio 238 contido na amostra". Iniciava-se na lista, também, a incógnita do problema.

O diagrama da situação era um desenho esquemático de todos os objetos, aparelhos, entes físicos invisíveis e grandezas que pudessem ser espacialmente localizados. Indicava-se no diagrama os valores e símbolos das grandezas localizáveis.

As condições não-numéricas do problema (exemplo: a radiação é do tipo alfa; a radiação está atravessando um recipiente com gás carbônico; etc) deveriam ser grifadas no enunciado e o aluno deveria verificar se elas poderiam ser eliminadas ou não do enunciado; se não pudessem como poderiam ser utilizadas (às vezes, a condição serve para escolher-se uma constante em uma tabela; outras vezes, para escolher-se uma dentre várias equações ou leis, etc).

Se, após essa análise do enunciado, o aluno ainda não fosse capaz de construir o plano de resolução, era-lhe sugerido que estudasse novamente os textos, pois deveria localizar-se aí a falha.

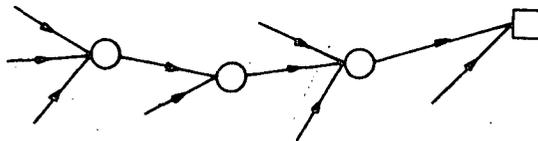
Após a resolução do problema, a fase final consistia na análise dos possíveis erros ocorridos durante a resolução. Era esse o ponto central da sétima etapa de Física Básica. A

análise de erros não só permitia eliminar falhas após a resolução do problema como também acabava por fixar a atenção dos alunos sobre os principais erros cometidos, e os levava a evitar esses erros.

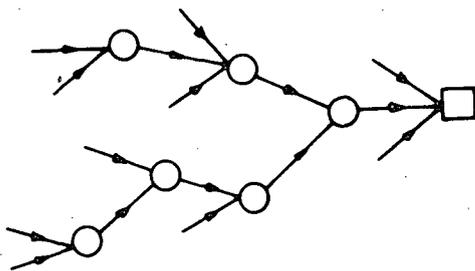
Como a análise de erros não está diretamente relacionada aos esquemas auxiliares em árvore, que é o assunto principal da presente comunicação, ela não será aqui descrita detalhadamente. Pode ser estudada no próprio material didático de Física Básica.

Observou-se, durante o segundo semestre de 1975, na Universidade Estadual de Londrina, que os estudantes realmente aprenderam e acostumaram-se a utilizar esquemas em árvore para resolução de problemas. Os esquemas eram sentidos como imprescindíveis na resolução de questões complexas (com mais de cinco "entroncamentos", ou seja, mais de cinco equações ou leis). Os alunos utilizavam os esquemas mesmo quando não se solicitava que o fizessem, ao final do curso. Alguns chegavam mesmo a reclamar quando o problema exigia que se calculasse o valor da incógnita - queriam apenas esquematizar o plano de resolução, pois entendiam que após isso, o procedimento era puramente mecânico.

Verificou-se que a estrutura geral da árvore correspondente a um problema está intimamente ligada à dificuldade que os alunos sentem ao resolvê-lo. Algumas árvores são quase lineares, como mostrado abaixo:



Outros esquemas se desdobram em dois ou mais troncos:



Esse segundo tipo é sentido pelos alunos como muito mais difícil. O motivo parece ser o seguinte: nos problemas lineares, há dados ou constantes conhecidos em cada entroncamento; isso reforça a tentativa do aluno e faz com que ele acredite estar no caminho correto. Nos problemas "ramificados" parece que algo está errado, pois surgem mais incógnitas auxiliares ao mesmo tempo.

O método das 'árvores' permitiu verificar algumas dificuldades surgidas comumente quando os alunos não conseguem resolver problemas. A análise de questões tiradas de livros - texto comuns mostrou a utilização de um grande número de raciocínios que não tinham sido ensinados no texto correspondente, como raciocínios de superposição, simetria ou conhecimentos matemáticos especiais, ou mesmo simplificação de equações. Se for o professor analisar os problemas propostos aos alunos por meio de diagramas em árvores, poderá verificar rapidamente se realmente todos os entroncamentos foram ensinados ou não e poderá avaliar a dificuldade do problema. Acreditamos por isso que não se trata simplesmente de um recurso para os alunos, mas também um importante instrumento para os próprios professores. Ao se corrigir também problemas resolvidos por alunos, a análise das falhas torna-se muito mais fácil procurando-se localizar o erro no esquema auxiliar de resolução - se não for um simples engano matemático ou algo semelhante. Se muitos alunos cometeram erros em um mesmo entroncamento, isso significa que a lei ou princípio utilizado nesse entroncamento não foi corretamente ensinado. Pode-se também localizar fa-

lhas do texto de ensino.

O sistema de esquemas auxiliares em árvores pode ser generalizado para qualquer categoria de problemas - não só problemas de tipo didático, mas qualquer dificuldade - pois sua estrutura é semelhante à dos diagramas PERT e diagramas de bloco (fluxogramas); a principal diferença consiste na ênfase dada aos resultados intermediários e às técnicas especiais de construção e uso.

H₇ – O SISTEMA AUDIOTUTORIAL EM FÍSICA GERAL NA UFRGS.

LEVANDOWSKI, Carlos E. & BUCHWEITZ, Bernardo

Instituto de Física da UFRGS

No sistema audiotutorial a idéia básica é colocar à disposição do aluno uma variedade de recursos de aprendizagem e, em meio a esses recursos, sua atividade é orientada pelo professor através de fitas de som e guias de estudo.

Este sistema de instrução individualizada foi introduzido no ensino de Física Geral do Instituto de Física da UFRGS no segundo semestre de 1973. A partir do segundo semestre de 1974 foi feita uma associação deste sistema com o método Keller, usando-se os recursos de aprendizagem do audiotutorial e avaliação e flexibilidade do Keller. Atualmente os recursos disponíveis também estão sendo colocados à disposição de alunos de cursos tradicionais.

As pesquisas realizadas sobre o método fornecem indícios para algumas conclusões quanto ao seu uso, às comparações com outros sistemas de ensino e à receptividade manifestada pelos estudantes.

No ensino de Física Geral da UFRGS, onde a população alvo é numerosa e extremamente heterogênea, o método convencional expositivo (tradicional, de instrução em grupo) tem se revelado inadequado. Várias soluções têm sido testadas, destacando-se o estudo dirigido em grupo^{1,2}, o Método Keller^{2,3} e o Sistema Audiotutorial^{4,5}.

No Sistema Audiotutorial a idéia básica é colocar à disposição do aluno uma variedade de recursos de aprendizagem e, em meio a esses recursos, sua atividade é orientada pelo professor através de fitas de som e guias de estudo. Es-

te sistema de instrução individualizada foi introduzido no ensino de Física Geral do Instituto de Física da UFRGS no segundo semestre de 1973⁴. A partir do segundo semestre de 1974 foi feita uma associação deste sistema com o Método Keller, usando-se os recursos de aprendizagem do Audiotutorial combinados com a avaliação e a flexibilidade do Keller. Atualmente os recursos disponíveis também estão sendo colocados à disposição de alunos de cursos tradicionais.

As pesquisas realizadas com o Sistema Audiotutorial fornecem indícios para algumas conclusões quanto ao seu uso, às comparações com outros sistemas de ensino e à receptividade manifestada pelos alunos.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DO SISTEMA AUDIOTUTORIAL

O Audiotutorial é um sistema de instrução individualizada onde a maior parte das atividades dos alunos se desenvolve no Centro de Aprendizagem sob a orientação de um professor ou monitor. Nesse local existem pequenas cabines individuais onde o aluno encontra à sua disposição o material da unidade que está sendo estudada, o qual se constitui de uma fita de som, um guia de estudo (contendo os objetivos da unidade) para ser usado juntamente com o livro de texto, material de laboratório, diapositivos e filmes *loops*. O material permanente de cada cabine individual se constitui em um gravador de som tipo "cassete" com fones individuais e um projetor de diapositivos. As experiências de laboratório e as projeções de filmes *loops* são realizadas em apenas algumas das cabines existentes no Centro de Aprendizagem. Algumas atividades em grupo podem ser programadas e o sistema de avaliação, entre outros, pode ser o tradicional ou o característico do Método Keller.

APLICAÇÕES DO SISTEMA AUDIOTUTORIAL NA UFRGS

A tabela abaixo apresenta dados referentes aos cursos de Física Geral que utilizaram os recursos do Centro de Aprendizagem do Sistema Audiotutorial.

			NÚMERO DE ALUNOS										
			AT			KAT			TAT				
ano	Sem	FIS	A	R	D	A	R	D	A	R	D	Total	%
1973	2º	II	7	8	3							18	39
1974	1º	II	34	12	2							48	71
	2º	II				41	10	9				60	68
		III				22	1	1				24	92
1975	1º	II				98	5	14	36	4	2	159	84
		III				46	4	15				65	71
	2º	II				*			43	17	2	62	69
		III				95	1	10				106	90
Totais			41	20	5	302	21	49	79	21	4	542	78
			66			372			104				

SEM: semestre

FIS: disciplina

AT : Audiotutorial

KAT: Keller C/Audiotutorial

TAT: Tradicional c/Audiotutorial

A: nº de alunos aprovados

R: nº de alunos reprovados

D: nº de alunos desistentes

%: porcentagem de aprovados

* : não foi utilizado devido a pesquisas específicas com o Método Keller.

PESQUISAS REALIZADAS E CONCLUSÕES

Na referência 5 poderão ser encontrados dados mais específicos sobre pesquisas realizadas na disciplina Física II, cujas conclusões são resumidas a seguir:

1. Comparado o Sistema Audiotutorial com o sistema de ensino tradicional, conclui-se que:
 - a) o aproveitamento dos alunos do Audiotutorial foi igual ou melhor do que o do tradicional;
 - b) o tempo de estudo dos alunos do Audiotutorial no

- Centro de Aprendizagem foi igual ou maior do que o tempo de aulas assistidas pelos alunos do tradicional;
- c) o tempo de estudo extraclasse do grupo Audiotutorial foi igual ou menor do que o do grupo tradicional;
 - d) não houve diferença estatisticamente significativa, ao nível 0,05, quanto ao número de alunos desistentes.
2. Quando o Sistema Audiotutorial associado ao Método Keller (KAT) foi comparado ao Método Keller, concluiu-se que:
- a) não houve diferença estatisticamente significativa, ao nível 0,05, quanto ao número de alunos aprovados e reprovados, bem como quanto ao número de alunos aprovados com o conceito máximo (A);
 - b) o número de alunos desistentes no grupo Keller foi significativamente maior, ao nível 0,05, do que o número de desistentes no grupo Keller com Audiotutorial (KAT);
 - c) os tempos médios de estudo extraclasse, nos dois grupos, foram aproximadamente iguais;
 - d) no grupo Keller (e Keller com Audiotutorial) os alunos dedicaram menos tempo de estudo em classe (e no Centro de Aprendizagem) e mais tempo de estudo extraclasse do que os alunos dos grupos tradicional e Audiotutorial sem avaliação Keller.
3. Analisada a opinião dos alunos, verificou-se uma boa receptividade aos Sistemas Audiotutorial, Keller e Keller com Audiotutorial; quanto ao sistema de ensino tradicional (expositivo, de instrução em grupo) a opinião dos alunos registrou um escore médio um pouco abaixo daquele que refletiria uma opinião neutra, tendendo ao escore de uma opinião desfavorável.
4. Na análise de custos do Audiotutorial verificou-se que, nas reaplicações do curso, as despesas foram comparã-

veis às do ensino tradicional e existiu uma maior disponibilidade de tempo para os professores, tudo isso decorrente de uma maior participação no trabalho do Audiotutorial de outras pessoas, principalmente monitores, bem como do aproveitamento do investimento inicial feito na montagem do Centro de Aprendizagem e na produção e aquisição de audiovisuais. Relembrando o problema do ensino de massas inicialmente apresentado neste trabalho, em uma utilização em maior escala do Sistema Audiotutorial, um maior investimento inicial será compensado por reaplicações mais econômicas principalmente como consequência do melhor aproveitamento do trabalho inicial empregado no planejamento do sistema e na elaboração dos recursos audiovisuais.

Em Física III, diversos aspectos e problemas ligados ao Sistema Audiotutorial com avaliação Keller foram analisados e algumas conclusões, de validade interna, podem ser estabelecidas²:

1. Em termos de conhecimento adquirido e quanto ao número de testes realizados ou repetidos não foi detectada diferença significativa entre um grupo de alunos egressos do sistema tradicional e outra do Sistema Keller quando ambos foram submetidos ao Método Audiotutorial.
2. Em termos de conhecimento adquirido, testes realizados ou repetidos por unidade e tempo de curso não foi constatada diferença significativa entre um grupo de alunos submetidos ao Sistema Keller e outro ao Audiotutorial.
3. Os alunos submetidos ao Método Audiotutorial tiveram uma atitude favorável à Física e ao método. As queixas mais frequentes são sobre o excessivo tempo de estudo dedicado ao curso por este método e sobre o prejuízo para as outras disciplinas cursadas simultaneamente, embora um levantamento tenha indicado que o nú-

mero de horas dedicadas ao curso não foi excessivo.

4. Os alunos manifestaram a sua opinião favorável ao Sistema Audiotutorial quando comparado com o Sistema Keller e com o tradicional.
5. Os alunos destacam a alta importância dos recursos de aprendizagem (audiovisuais e experimentais) colocados à sua disposição no Centro de Aprendizagem.
6. Os índices de aprovação e de desistência são maiores para os alunos do curso Audiotutorial (com avaliação Keller) quando comparados com os do tradicional.

Os resultados obtidos permitem dizer que o Método Audiotutorial pode ser utilizado como possível alternativa para o Ensino de Física Geral e que ele apresenta algumas vantagens em relação aos sistemas tradicionais na solução de problemas do processo ensino-aprendizagem em nosso meio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) M.A. Moreita e M.E.V. Costa, "*O Professor como Organizador das Condições Externas de Aprendizagem*", Revista Brasileira de Física, 1, 3, 1971.
- 2) B. Buchweitz, "*Estudo sobre os Métodos Keller, Audiotutorial e do Estudo Dirigido em Física*", Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física da UFRGS, 1975.
- 3) P.H. Dionísio, "*O Método Keller e sua Aplicação no Ensino de Física Geral na Universidade*", Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Física da UFRGS, 1976.
- 4) M.A. Moreira e C.E. Levandowski, "*Uma experiência em pequena escala com o Sistema Audiotutorial*", Revista Brasileira de Física, São Paulo, 4, (2):373-84, set., 1974.
- 5) C.E. Levandowski, "*O Sistema Audiotutorial no Ensino de Física Geral*", Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Física da UFRGS, 1975.

H₈ – HEURÍSTICA NA FÍSICA

GHIOTTO, Renato Carlos Tonin – Instituto de Física – USP

A multiplicidade de códigos gerada pela Revolução Industrial e as necessidades decorrentes da divisão do trabalho, ramificando todo o conhecimento em áreas especializadas, impuseram a necessidade de metodologias abrangentes para fins operacionais e de controle dessa massa de informação. Nesse sentido foram desenvolvidas três novas áreas do conhecimento: A Teoria da Comunicação e da Informação, a Cibernética e a Heurística. Esta última é definida como a ciência do pensamento criador. Operando com elementos de estatística e de probabilidades, busca decodificar os mecanismos mentais do pesquisador no processo da descoberta e formalizar uma "álgebra das idéias". Verificou-se que esses mecanismos são independentes de área do conhecimento onde se situa o pesquisador, existindo portanto constantes mentais que afloram no ato da descoberta, sendo preocupação da heurística a determinação dessas constantes.

De posse desses elementos, é montada uma metodologia heurística, que consiste em técnicas estruturais baseadas na teoria da informação, cujo objetivo é servir de gatilho para detonar mecanismos que geram o novo, oferecendo linhas de direção ao pesquisador, sem efeitos limitativos.

O presente trabalho aborda as possibilidades da metodologia heurística no ensino de física numa tentativa de imprimir um caráter criativo no aprendizado dessa ciência.

A multiplicidade de códigos gerada pela Revolução Industrial e as necessidades decorrentes da divisão do trabalho, ramificando todo o conhecimento em áreas especializadas, impuseram a necessidade de metodologias abrangentes para fins operacionais e de controle dessa massa de informação. Nesse sentido, foram desenvolvidas três novas áreas do conhecimento: a Teoria da Comunicação e da Informação, a Cibernética, e a Heurística (do grego "heuriskein" = o que se refere à descoberta). Esta última é definida como a ciência do pensamento criador. Operando com elementos de estatística e de probabilidades, busca decodificar os mecanismos mentais do pesquisador no processo da descoberta e formalizar uma "álgebra das idéias".

Seus objetivos são obter o controle desses mecanismos derivando daí uma série de procedimentos chamados de métodos heurísticos, cujo fim é dar linhas de força ao pesquisador, remetendo-o ao novo. Esses métodos são basicamente técnicas estruturais baseadas na teoria da informação, que abrem possibilidades novas de sondagem na pesquisa. Sua eficácia envolve algumas características básicas do operador, pois o remete a uma "aventura intelectual", devendo este sempre fugir das tradições explicativas, ou seja, manter o espírito livre de doutrinas dogmáticas, onde o próprio método está sujeito a questionamento.

Situada na intersecção de várias ciências: Psicologia Experimental, Cibernética, Matemática, etc., e operando analogicamente com seus resultados, a Heurística vem desvendando importantes parâmetros da atividade criativa. Tem-se verificado que os mecanismos mentais, que se manifestam na descoberta, independem do campo fenomenológico onde se situa o pesquisador. Assim, um mecânico, ao descobrir o defeito de uma máquina, ou um matemático, ao formalizar uma nova equação, apesar dos procedimentos diferentes, funcionaram em suas cabeças estruturas análogas.

Isso revela que existem constantes mentais que aflo-

ram no ato da criação. Não está claro ainda, o que, e quais são estas constantes. Sua descoberta e formalização matemática constituem o problema central da heurística, cuja efetivação abrirá enormes campos de aplicação, pois seus métodos já são simulados em computadores.

De acordo com Wallas¹, o processo da descoberta pode ser esquematizado em cinco estágios:

- 1º) A *documentação*: é a conscientização do pré-existente, onde o pesquisador assimila as informações já formalizadas.
- 2º) A *incubação*: as idéias adquiridas no primeiro estágio são incubadas no subconsciente, aparentemente, sem conexão lógica.
- 3º) A *iluminação*: é o "Eureka" de Arquimedes. As pesquisas de documentos deixados por alguns descobridores, que registraram o que se passou em suas cabeças durante a criação, sugerem que este momento heurístico é desenvolvido no subconsciente e controlado pelo aleatório, ou seja, é imprevisível o instante de vislumbre da solução do problema. H. Poincaré, preocupado em provar a inexistência de funções idênticas às Funções de Fuchs, relata: "Certa feita, por ter tomado, contra meus hábitos, uma pequena xícara de café, não pude dormir. As idéias atormentavam-me o cérebro. Sentia como se estivesse havendo um choque entre elas. Até que, afinal, poder-se-ia dizer, duas delas se uniram, formando uma combinação aceitável. Pela manhã, parte do problema estava resolvido."² Ainda: "Foi no instante em que pus os pés no estribo do ônibus de Coutances que me veio a idéia de que as transformações que eu havia utilizado para definir as funções fuchsianas eram idênticas às da geometria não euclidiana e eu o senti com uma clareza perfeita."³
- 4º) A *verificação* e 5º) a *formulação*, estágios posteriores, são as partes mais exaustivas, que exigem muito mais mão de obra do pesquisador do que imaginação.

É importante observar que esta esquematização do Processo da Descoberta é apenas um quadro geral, não significando que as coisas acontecem sempre assim e nessa ordem.

A Heurística ainda é um edifício inacabado, mas seus alicerces sugerem importantes aplicações em todas as ciências que se movem criativamente.

HEURÍSTICA NA FÍSICA

Acreditamos, como A.N.Whitehead, que "a função apropriada da universidade é a aquisição imaginativa de conhecimentos" e "ou a universidade é imaginativa ou pelo menos, nada de útil"⁴. Nesse sentido, é que vemos a importância da introdução dos métodos heurísticos no ensino da Física, já que não existe física sem imaginação.

Tomaremos como exemplo o método da matriz da descoberta. Este método consiste na apresentação de conceitos dispostos estruturalmente, possibilitando a extração de relações que gerem situações novas. Esta matriz (ver exemplo na p.) pode ser operada em várias dimensões e não apenas por pares de conceitos determinados pelo plano do papel.

O exemplo mais famoso de uma matriz de descoberta é a Tabela de Mendelejew ou Tabela de Classificação Periódica dos Elementos Químicos. O original da tabela apresentava várias casas vazias que induziam os químicos a preenchê-las, pois as propriedades dos elementos químicos desconhecidos eram previstas pela disposição das casas vazias na tabela matricial. Mesmo apresentando falhas, no começo, pois não explicava rigorosamente os fatos reais, a Tabela Periódica afirmava seu valor heurístico a cada elemento descoberto.

No ensino de Física, esse método heurístico teria grande valor. Basta dispor os conceitos ensinados em forma de matriz e oferecer possibilidades ao aluno de pesquisar as casas vazias. Dessa forma, além do aprendizado ser imaginativo, o estudante teria a chance de se iniciar na pesquisa, livrando-se, assim da pesada carga de "idéias inertes" com que é bombardeado no atual estado de coisas.

CRIAR É UMA QUESTÃO DE TREINO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) In MOLES, A. - *A criação científica*, Editora Perspectiva, São Paulo, 1971, pp.162/163.
- (2) In PUCHKIN, V.N. - *Heurística - A Ciência do Pensamento Criador*, Zahar Editores, 1969, p.9.
- (3) In MOLES, A. - *Op.cit.*, p.164.
- (4) WHITEHEAD, A.N. - *Os Fins da Educação*, Cia Editora Nacional, São Paulo, 1969, p.105.

heurística

Exemplo de Matriz de Descoberta em Física (detalhe, p.102):

variável influenciante							
variável influenciada	campo magnético H	indução magnética B	campo elétrico E	forças ou acelerações γ	deslocamentos dx	resistividade ρ	constante dielétricas
campo magnético H		susceptibilidade mag.					
indução magnética B	para e ferromagnetismo					supracondutiv.	
campo elétrico E				Bary-Piezo-eletricidade			
forças ou acelerações γ							
deslocamentos dx		magnetos fricção.	Piezo-eletricidade inversa				
Resistividade ρ	efeito Hall						
constante dielétrica ϵ			polarização dielétrica				
Densidade ω		eletrofricção					
resistividade luminosa τ							
raios espectrais λ	efeito Zeeman	efeito Cotton	efeito Stark				

H₉ – HACIA UNA METODOLOGIA VITAL

VENERANDI, Alfonso Darío; DOMINGUES, Fernán; FOLLARI, Jorge (1974); FEDERIGI, Emilio; FEDERIGI, Nieves de; SANTÁGATA, Luis; ODICINO, Luis; GARIS, Eduardo; PASINETTI, Pedro; CATENACCIO, Armando; MAGALLANES, Carlos; BORDÓN, Hugo (1974) CHAVEZ, Jorge y BROKY, Ana Maria. Técnicos: BECERRA, Zenón; SOULÉ, Juan Carlos; BACHETTA, E. y LÓPES E. – Universidad Nacional de San Luis – Argentina

Preocupados porque el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Física Basica contribuya a lograr una sólida formación científica sin descuidar los otros aspectos de la educación de los alumnos, hemos propuestos en nuestros cursos nuevos objetivos y de acuerdo a los mismos adoptado los recursos metodológicos accesibles adecuados.

Pretendemos lograr através de experiencias progresivas, crear una situación de trabajo que comprometa una participación integral del alumno lo mas aproximada posible a la de un docente - investigador comprometido con la realidad de su ambiente. Esto supone, además de la adquisición de información y de habilidades técnicas experimentales específicas el desarrollo de capacidades humanas como: 1) Trabajo individual y colectivo. 2) Comunicación colectiva. 3) Creatividad frente a un problema concreto real. 4) Resolver un proyecto hasta lograr el producto final terminado. 5) Contraer un compromiso moral con sus semejantes. 6) Conocerse a si mismo, a sus semejantes y a su medio ambiente. Para el logro de estos objetivos se ha modificado la estrategia docente de acuerdo a las siguientes etapas:

Año 1972. Estructura grupal y programada del Laboratorio (Bello Horizonte)

Año 1973. Se agrega: "Evaluación objetiva del La-

boratorio".

Año 1974. Se agrega: "Estructuración programada-grupal de la ejercitación conceptual y operativa analítica con su evaluación objetiva.

Año 1975. Se adopta un nuevo sistema de trabajo que consiste en: a) Desarrollo integrado de las etapas de información, ejercitación y aplicación (analíticas y experimentales) en una unidad temporal diaria. b) Estructuración grupal programada y coloquial combinadas. c) Evaluaciones parciales y evaluación integral final, conceptual. d) Trabajo voluntario experimental. Proyecto Cuba de ondas. *Referencia estadística:* Número total de alumnos 140. Resultados finales Promocionados 66%; Regulares 14% Reprobados 10%.

Las experiencias de los cursos de Física del ciclo Básico desarrolladas con los alumnos de las carreras de profesionales en Bioquímica, Química, Geología y Farmacia mostraron que a pesar de haber mejorado la implementación técnica y estructural de los mismos obteníamos de los alumnos respuestas conductuales emergentes de una situación "aceptada" pero "no deseada". Nuestra conclusión era que *la propuesta de objetivos fundamentalmente cognitivos no era suficiente para lograr que los alumnos internalizaran la búsqueda del conocimiento de la Naturaleza a través de la Física.*

A partir del año 1973 mediante experiencias docentes progresivas procuramos obtener un diagnóstico preciso de esta situación y simultáneamente proponer las soluciones. Este ciclo está descrito sintéticamente en el CUADRO 1. Planteamos como meta terminal: "Acceder al conocimiento científico a través de un proyecto de vida y convivencia que contribuya a la formación integral del alumno".

(Vea Cuadro I en la pag. 755.)

Tomando como indicador al curso del año 1975, describiremos los elementos tenidos en cuenta en el planeamiento y los aspectos más destacados de su desarrollo en una forma esquemática indicando: 1) Objetivos generales. 2) Estrategia docente, estructura y evaluación. 3) Resultados obtenidos.

1) OBJETIVOS GENERALES

- a) Suministrar información específica de acuerdo al Programa Analítico del Curso (Electricidad y Magnetismo)
- b) Aplicar el método científico
- c) Priorizar el trabajo conceptual respecto del operativo.
- d) Promover la adquisición de habilidades técnicas y experimentales
- e) Promover la relación colectiva. Formación de grupos de trabajo.
- f) Favorecer la metodología autoinstructiva
- g) Programar la participación de los alumnos en todos los aspectos del proceso educativo.

2) ESTRATEGIA DOCENTE, ESTRUCTURA Y EVALUACION

A partir de las metas educacionales propuestas, consideramos todos los factores que tenían incidencia directa con carácter permanente o transitorio, a saber:

- 1) Objetivos generales y particulares de cada Carrera
- 2) Antecedentes generales y específicos
- 3) Modalidades estructurales y metodológicas del sistema educativo.
- 4) Características de la población estudiantil
- 5) Equipo docente
- 6) Crédito horario otorgado por el Plan de estudios.
- 7) Ambientes físicos disponibles para el funcionamiento del Curso
- 8) Medios educacionales del Departamento
- 9) Infraestructura técnica (talleres y servicio de impresiones)

Por razones de extensión, concretaremos nuestra descripción a los aspectos sobresalientes.

La situación de los alumnos a la iniciación del Curso es la siguiente:

- a) La población estudiantil es marcadamente heterogénea (prerrequisitos, preparación y orientación vocacional)

- b) En gran mayoría padecen de insuficiencias operativas instrumentales
- c) Los cursos contemporáneos son fuertemente estructurados y planificados tradicionalmente en base a objetivos cognitivos.

Teniendo en cuenta que el número de alumnos era de 140 decidimos por la adopción de una estructura GRUPAL -TUTORIAL (12 grupos compuestos por 12 alumnos cada uno y a cargo de un ASESOR DOCENTE)

Toda la actividad programada en el crédito horario fué de carácter obligatorio para lograr el equilibrio de la participación activa de los alumnos en todos los cursos simultáneos.

Los grupos funcionaron en lugares físicos y en períodos de tiempo propios para asegurar la independencia de funcionamiento grupal. Esto hizo posible lograr una relación docente-alumno adecuada y una flexibilidad operativa para que cada Asesor pudiera asumir su problemática y aplicar los recursos metodológicos más adecuados.

La coordinación intergrupal se logró en base a un Comité formado por el Profesor, los Asesores Docentes y los representantes alumnos de todas las Carreras. El Comité celebraba reuniones semanales.

El crédito horario asignado al Curso era de 15 horas semanales y fué aplicado al desarrollo de la actividad programada de la siguiente forma:

1) *Cuatro sesiones de trabajo integrado* (teórico-práctico) de tres horas de duración cada una (días Lunes, Martes, Miércoles y Jueves)

Esta sesión funciona en base a una *guía de trabajo impresa, individual* organizada en base a un tema central. Contiene la información básica necesaria para su desarrollo, presenta ejemplos desarrollados y propone una ejercitación conceptual y operativa tanto analítico como experimental secuenciada en forma lógica y psicológica. Los alumnos tienen a su disposición el material de laboratorio necesario. En la guía figura en cada caso la referencia bibliográfica del libro tomado como guía. (FISICA Halliday y Resnik Parte II)

La función central del Asesor Docente es crear condiciones adecuadas para el desarrollo de la actividad en base a la iniciativa y cooperación mutuas de los alumnos. Debe incorporar elementos expositivos toda vez que lo considere necesario o que los alumnos así lo requieran procurando conservar el papel de orientador y de consultor para que las conclusiones sean logradas por los alumnos y sus resultados tengan una referenciación inmediata y efectiva. Paralelamente debe actuar permanentemente como *evaluador* para general oportunamente acciones correctivas.

II) *Una quinta sesión de trabajo de dos horas* (día Viernes)

Está destinada a la revisión, discusión y síntesis de los temas tratados durante la semana.

III) *Evaluación*

El sistema de evaluación está formado por dos componentes diferenciados:

a) *Evaluación de los objetivos cognitivos y sensorio motores.*

Consiste en pruebas individuales, escritas, orales y funcionales.

Determina la situación formal de los alumnos al finalizar el curso.

Establece la capacidad instructiva del sistema.

b) *Evaluación de los objetivos afectivos.*

Realizada por observación de los Asesores en forma global y cualitativa.

Determina la capacidad educativa del sistema y permite la autoregulación del proceso.

La calificación de los alumnos para determinar la aprobación del Curso (objetivos cognitivos y sensorio motores) se hace utilizando la escala de 0 a 10 puntos. Se establecen dos categorías posibles: APROBADO (Nota mayor que 4p.) y REPROBADO. (Nota menor que cuatro puntos).

Los alumnos que a través de las EVALUACIONES PARCIALES semanales obtienen un promedio de 7 o más puntos tienen acceso a una EVALUACION FINAL de tipo conceptual, totaliza-

dora que se desarrolla en base a la síntesis realizada por cada alumno. Consiste en el relato y coloquio ordenado de todos los temas del Curso. Se aprueba con 7 puntos (se ofrecen dos oportunidades.) Los alumnos que no obtuvieron un promedio de las E.P. suficiente y aquellos que no aprueban la E.F. tienen derecho a una EVALUACION COMPLEMENTARIA que se diferencia de la anterior porque es mas analítica y contiene pruebas de capacitación instrumental. Se aprueba con 4 p. (se ofrecen tres oportunidades.)

IV) *Experiencia piloto.*

Los cursos intensivos (10 semanas) presentan un conjunto de situaciones desfavorables, por ejemplo: Limitan la extensión del temario a desarrollar y la posibilidad de programar trabajo individual de los alumnos en el laboratorio. Aunque se apliquen soluciones "aceptables", éstas no dejan de contener una dosis de "artificialidad", pues si damos énfasis al trabajo conceptual y formativo, tenemos necesidad de dejar a cargo del alumno la tarea de subsanar sus insuficiencias operativas y la ejecución extensiva de la ejercitación instrumental analítica. En el laboratorio, si incorporamos equipamiento modular para lograr un mayor rendimiento del horario, dejamos de lado la posibilidad que el alumno experimente todas las etapas que requiere el uso de un equipamiento experimental. Además en el trabajo habitual de las prácticas de laboratorio no existe la posibilidad de plantear verdaderas situaciones cuya solución necesite del aporte de "criatividad".

Para ensayar una solución a este problema desarrollamos una experiencia paralela al Curso con alumnos voluntarios que consiste en un PROYECTO CONSTRUCTIVO DE EQUIPAMIENTO DE FISICA. En él los alumnos participantes se organizan libremente en equipos de trabajo que se encargan de construir las partes de un determinado aparato elegido previamente como tema. De esa manera el volumen de la tarea a desarrollar por cada alumno puede ser resuelto de acuerdo a sus disponibilidades de tiempo y durante el funcionamiento del Curso. El producto elaborado por los alumnos se transfiere a las escue-

las secundarias del interior de la Provincia de San Luis a través del PROYECTO DE PROMOCION DEL AUTOEQUIPAMIENTO DEL LABORATORIO DE FISICA del Servicio Pedagógico de la Universidad Nacional de San Luis. Los equipos construídos por los alumnos universitarios y su correspondiente manual de instrucciones sirven para que los alumnos receptores ejecuten su reproducción. Esta situación de transferencia ha sido incorporada para crear una instancia posterior al trabajo de la ejecución material del aparato para conformar mas nítidamente su compromiso y para plantearle un problema indiscutiblemente real pues él mismo ha sido protagonista o testigo de la insuficiencia de lo laboratorio de su escuela. De esa manera la motivación del proyecto no se circunscribe a una acción estimulante sino que se transforma en un generador de conductas fuertemente educativas pues durante el desarrollo del mismo el protagonista debe poner en juego comportamientos que comprenden todas las facetas de su personalidad. Finalmente el producto se transfiere en función de servicio.

Debido á la limitada capacidad receptiva de los talleres centrales de la Universidad decidimos reducir el número de alumnos postulantes (112 anotados) a los alumnos del Doctorado en Física (10 alumnos).

Se elige como tema la construcción de 10 equipos de CUBAS DE ONDA para el estudio de propagación de ondas superficiales en líquidos. Esta elección se efectuó para poner a prueba la factibilidad de realizar un equipo complejo que necesitara de la coordinación de los distintos equipos de trabajo. Su sugirió la siguiente secuencia de actividades e cumplir por cada equipo:

- 1) Bosquejo del proyecto
- 2) Discusión de la solución propuesta
- 3) Construcción de las partes componentes
- 4) Verificación del comportamiento de los elementos construídos
- 5) Determinación de las modificaciones que fueran necesarias.

- 6) Dibujo del proyecto definitivo y instrucciones técnicas
- 7) Ejectar la construcción de la serie propuesta.
- 8) Controlar el equipamiento terminado y transferirlo.

Las etapas 2, 4, 5 y 7 se cumplen conjuntamente con el Profesor.

El uso de las herramientas del Taller Central se concerta con el Jefe el cual conjuntamente con sus oficiales actúan como instructores de las técnicas a utilizar. El tiempo de trabajo se convino en dos horas semanales.

3) RESULTADOS OBTENIDOS

Por razones de espacio presentaremos los resultados en forma esquemática tomando cada actividad por separado y considerando dos puntos de vista:

- a) los alumnos,
- b) el sistema.

1) *Sesiones de trabajo integrado (teórico-práctico)*

- a) *Los alumnos.*

A pesar de exigir el aporte inmediato de la iniciativa personal se obtuvo una cuota de aceptación suficiente para lograr los primeros resultados y de allí en mas continua con su plicación sin mayores inconvenientes. Esta actividad permitió revelar mas nitidamente las diferencias individuales de cada alumno y por lo tanto las diferentes necesidades. Dentro de cada grupo se desarrolló normalmente la organización de los sub-grupos. Estos una vez consolidados mostraron manifestaciones de intercomunicación para el intercambio de información, comparación del ritmo de avance y las conclusiones obtenidas. Se exteriorizaban al ámbito común las conductas individuales y se planteaban actitudes de competencia. Los alumnos no necesitaban dedicar tiempo adicional para completar el estudio de los temas salvo su dedicación a la ejecución de la síntesis.

En cuanto a la participación de los alumnos se hicieron cargo de la distribución y cobro de las guías de trabajo, rindiendo cuenta de los fondos en forma sistemática y eficiente. Asumieron la responsabilidad del uso de los libros de consulta (12 unidades) logrando buenos resultados sin inconvenientes finales.

Participaron del Comité coordinador, aportando sugerencias muy equilibradas y acertadas sin recurrir nunca a forcejeos o pretender imposiciones.

b) *El sistema.*

La utilización de la guía de estudio logró una mayor comprensión de los temas que tradicionalmente habían resultado mas críticos posibilitando el acceso a la lecturas de los textos. La integración alumnos-Asesor posibilitó un buen trabajo sin prejuicios personales.

El Comité coordinador funcionó como tal prácticamente cinco semanas porque apartir de esa fecha los alumnos consideraron innecesario concurrir a las reuniones por no existir problemas.

Esta actividad requiere el complemento de dos sesiones cortas de aula con la participación de todos los alumnos para realizar el planteamiento inicial del tema y luego al final de la semana el comentario final. Ambas contribuyen a lograr mayor cohesión y utilizar la apreciación de conjunto como refuerzo de los resultados sectoriales.

II) *Sesión de discusión y síntesis*

No resultó de acuerdo a lo planificado, solamente sirvió como complemento de las sesiones tipo I) desplazando el trabajo de síntesis fuera de horario.

III) *Redacción de la síntesis*

a) *Los alumnos.*

Se mostraron inicialmente refractarios porque no comprendían su importancia y les resultaba una tarea difícil por carecer experiencia. Solicitaron una mayor acción de orientación y apoyo.

b) *El sistema*

A nivel del 2º año no es factible programar esta actividad como espontánea. Es necesario incorporarla como un objetivo instrumental y ejecutar síntesis parciales como ejercicios comentados.

IV) *Evaluación*

a) *Los alumnos*

Evaluaciones parciales. (E.P.) (ver resultados en la

figura 1. Destacamos dos situaciones: La correspondencia con cada capítulo del curso contriuyó a revelar con mayor claridad el aprovechamiento logrado por cada alumno. La oportunidad de la evaluación no significó una interrupción del ritmo normal.

Aparecieron a través de las EP algunos resultados positivos que no eran esperables teniendo en cuenta la actividad observada durante las sesiones de trabajo ya sea por la pasividad o por una aparente subordinación al líder del sub-grupo de estudio.

Mostraron predilección por las pruebas individuales funcionales experimentales (teórico-prácticas) colaborando con una actitud comprensiva frente a las dificultades que aparecieron durante su ejecución (horarios, locales, equipamiento).

b) *El sistema.*

Frente a una programación temporal muy ajustada apareció la necesidad de extender el período otorgado a cada alumno en cada prueba para dar oportunidad al esfuerzo, para aclarar las dudas residuales luego de haber concluido su respuesta y también explicar las soluciones que no han sido logradas. De esa manera se brinda un apoyo oportuno para el posterior trabajo correctivo. De lo contrario se contribuye al desaliento y a la gestación de respuestas automatizadas.

EVALUACIÓN FINAL

a) *Los alumnos.*

La actitud previa fué muy recelosa y solamente fué superada luego de haber cumplido la experiencia personal. Tal actitud contribuyó a una mayor dedicación que rindió buenos frutos. (ver resultados en la figura 2 y figura 3)

b) *El sistema.*

Esta experiencia muestra la conveniencia de programar Evaluaciones conceptuales sintéticas parciales para lograr una adecuada ejercitación y dominar esta metodología antes de enfrentar la prueba final que exige la reconsideración de todo el contenido.

V) EXPERIENCIA PILOTO

a) *Los alumnos.*

El conjunto inicial de ocho alumnos voluntarios se organizó en tres grupos de los cuales dos cumplieron su cometido. El restante tuvo problemas adicionales que los obligó a desistir. Todas las secuencias del proceso constructivo superaron los resultados previstos. Destacamos el *aporte creativo* como una opción permanente al plantearse cualquier solución; *la relación alumno-Asesor* que se puede explicar porque siendo el tema perfectamente accesible a las posibilidades del alumno, él asume vigorosamente el papel central y le permite ubicarse en un nivel formal equivalente al Asesor. A este le resta solamente aportar los elementos referenciales y las metodologías que son fruto de su especialización (*relación maestro discípulo*) El contacto directo de los alumnos con los destinatarios de su trabajo lo estimulan fuertemente pues recibe de ellos reconocimiento y afectividad. La etapa final de transferencia le otorga el verdadero sello de *realidad*

b) *El sistema.*

Salvo las limitaciones de infraestructura técnica no aparece ninguna duda sobre el aporte insustituible del proyecto constructivo como fuente de creatividad y como una oportunidad de *ensayar un proyecto de vida.*

CUADRO 1

CURSO	AÑO 1973	AÑO 1974	AÑO 1975
OBJETIVOS	Cognitivos y /n Sesorio motores	Cognitivos y sesorio motores	m /n Cognitivos, sesorio motores y afectivos
ESTRUCTURA	Aula tradicional Problemas: trad. <i>Laboratorio</i> : Programada, grupal	Aula tradicional <i>Analítica y experimental</i> ; Programada grupal.	GRUPAL-TUTORIAL Información y aplicación analítica y experimental integrados.
EVALUACIÓN	Problemas: tradic. <i>Laboratorio</i> : Objetiva y funcional. Examen final tradic.	<i>Problemas y Laboratorio</i> : Objetiva, escrita y funcional. Evaluaciones parciales y Eval.Fin.	Objetiva total. Eval.Parc. y Eval.Final, integral sintética, concept.

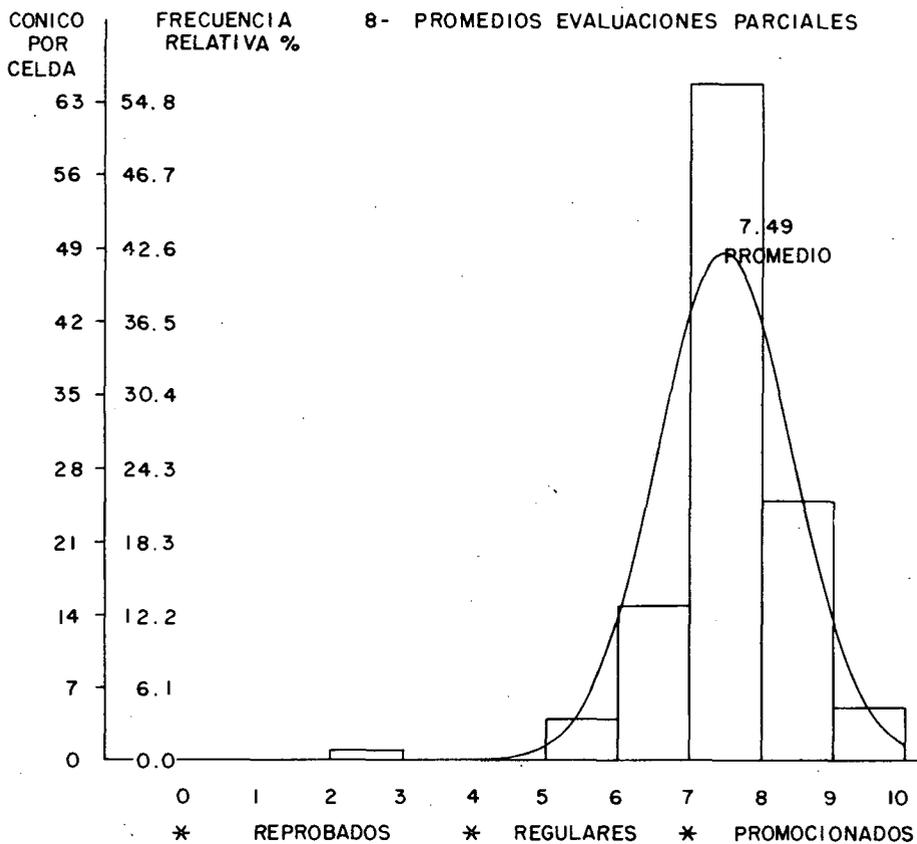


FIGURA 1

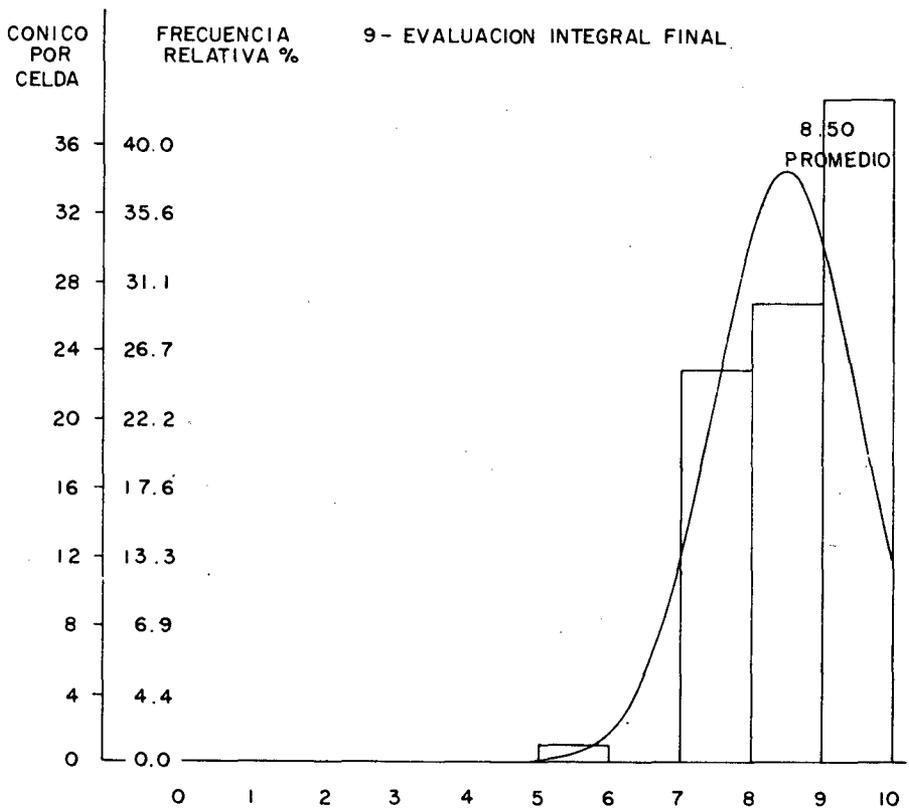


FIGURA 2

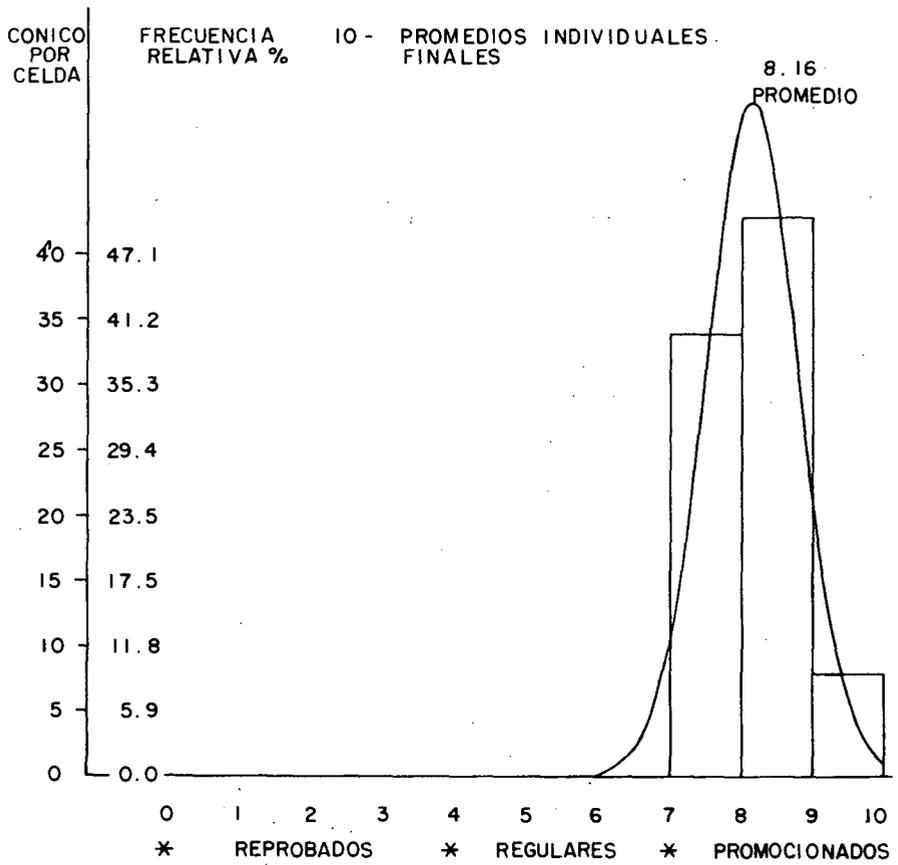


FIGURA 3



Impresso por
W. Roth & Cia. Ltda.
R. Professor Pedreira de Freitas, 580
Fones: 295-9684 e 295-9691
São Paulo