



## “Da Arca de Noé à Enterprise”: uma atividade investigativa envolvendo sistema métrico

### Referencial teórico

#### O ensino de ciências

As propostas curriculares afirmam que o conhecimento científico é essencial para a tomada de decisões na vida cotidiana, porém muitas pessoas vivem perfeitamente bem sem nunca terem tido acesso a uma cultura científica. “Em que extensão as pessoas estão empregando conceitos científicos para tomar decisões na vida cotidiana?” [1]. Temos uma grande oportunidade, utilizando os problemas que temos ao nosso redor, para aplicar os conceitos de ciências e resolver as situações difíceis do nosso dia a dia. Já temos problemas demais que podem ser explorados para ficarmos a perder tempo com nossos alunos resolvendo problemas hipotéticos. A escola deve se preocupar e se esforçar para resolver os problemas reais da comunidade.

Outro aspecto a considerar são as tentativas de reformas trazidas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) [2] que através de uma visão construtivista mistura estratégias de ensino, temas de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e preocupações com a natureza do conhecimento e com história das ciências. Cada vez mais há um grande hiato entre o que se ensina e o que se aprende. Em pesquisa, foi verificado que mais de 70% dos estudantes, ao terminarem o seu Ensino Médio, não se lembravam de quase nada que estudaram nos anos anteriores, mostrando que há um grande abismo entre o que o professor ensina e o que o aluno aprende, e que ensinar ciências deve ser muito mais do que substituir as ideias prévias por teorias mais consistentes [3].

O desenvolvimento científico tem

**Cada vez mais há um grande hiato entre o que se ensina e o que se aprende. Em pesquisa, foi verificado que mais de 70% dos estudantes, ao terminarem o seu Ensino Médio, não se lembravam de quase nada que estudaram nos anos anteriores**

trazido grandes benefícios e muitos problemas ambientais para a sociedade, e nossos estudantes devem estar aptos a entender e discutir essas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Um desafio da escola é justamente como transmitir a ciência promovendo a enculturação científica e fazendo com que os estudantes gostem, entendam e valorizem o conhecimento científico para que eles possam se formar como cidadãos participativos e socialmente ativos.

Nesse contexto é importante a elaboração de currículos e projetos em ensino de ciências, que devem ser estruturados de modo a possibilitar o engajamento reflexivo dos estudantes em assuntos científicos que sejam do seu interesse e preocupação [4].

#### Atividade investigativa

Durante uma atividade investigativa o aluno deve ser acompanhado integralmente, e o professor não pode perder a oportunidade de relatar todos os eventos que ocorrem na sala de aula. Tudo que o aluno fizer é relevante e deve ser identificado. Tudo que tiver importância educativa, e que sirva para compreender o seu comportamento em sala, deve ser levado em consideração na hora de se analisar os dados. Todas essas informações devem ser devidamente analisadas, primeiro por grupo e depois de maneira mais global e através dos resultados será possível tentar entender como o aluno pensou e organizou suas ideias, quais eram seus conhecimentos prévios sobre o assunto abordado, o que mudou e o que se transformou a partir do processo de discussão.

Partindo daí o professor poderá orientar seu aluno para as próximas tarefas já

#### Sandro Soares Fernandes

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil e Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
E-mail: sandrorjbr@if.ufrj.br

#### Deise Miranda Vianna

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
E-mail: deisemv@if.ufrj.br

Propomos uma atividade de ensino por investigação, usando como tema da física o Sistema Métrico Decimal. Antigamente o homem usava partes do seu corpo para comparar e medir distâncias. O cotidiano mudou, agora em algumas situações, usa-se a distância entre as estrelas como padrão de medida. Serão utilizados textos, vídeos e projetos da construção da Arca de Noé e da nave Enterprise, do filme *Star Trek*, para servir de motivação. Um problema aberto será resolvido por alunos do Ensino Médio. A busca por um instrumento padrão de medida e a sua utilização para comparar as dimensões de objetos desconhecidos será a grande temática da aula.

com as mudanças necessárias para que seja mais eficaz a formação do seu conhecimento. O professor mostra ao aluno como seguir as instruções para o correto desenvolvimento científico, fazendo as atividades em sala de aula ter um papel mais ativo na formação do aluno.

Em um grande laboratório, durante uma pesquisa, podemos perceber disputas sociais, econômicas, de conhecimento e até de poder. Há quem queira ser líder, há quem queira ganhar mais, aparecer mais através de

**O papel do professor é o de construir com os alunos uma passagem do saber cotidiano para o saber científico, por meio da investigação e do próprio questionamento acerca do fenômeno**

publicações e até mesmo quem boicote informações para ter mérito no resultado final. Iremos também analisar nas discussões dos alunos estas características que existem em um ambiente de laboratório, procurando relacioná-los.

Geralmente, as demonstrações de experimentos em ciências são feitas com o objetivo de ilustrar uma teoria, ou seja, o fenômeno é demonstrado a fim de comprovar uma teoria já estudada ou em estudo. O papel do professor é o de construir com os alunos uma passagem do saber cotidiano para o saber científico, por meio da investigação e do próprio questionamento acerca do fenômeno [5]. Durante essas demonstrações, as atividades devem deixar de ser apenas uma ilustração da teoria e tornar-se um instrumento rico no processo de ensino.

Podemos perceber depois disso que, no ensino por investigação, a novidade da resolução de problemas está na participação do aluno, que deixa de ter uma postura passiva e aprende a pensar, elaborando raciocínios, hipóteses, trocando e justificando suas ideias.

Fazer com que os alunos resolvam problemas em pequenos grupos facilita o entendimento, por parte do aluno e dos professores, do caráter social da ciência, já que durante a realização da tarefa há uma série de relações entre os estudantes que podem também ser vistas no dia-a-dia da vida de um grande cientista ou de uma equipe de pesquisa como, por exemplo, aceitar outros pontos de vista, aprender a negociar, renunciar do seu ponto de vista, buscar um objetivo coletivo e um desenvolvimento conceitual mais rico, já que a troca de informações e conhecimentos será mais intensa [6].

### **Discurso e argumentação**

A comunicação na aula deve permitir aos alunos e professores construir significados que servem tanto para áreas

cognitivas como para social. Porém isto nem sempre ocorre, pois os estudantes podem compartilhar tarefas e atividades sem compartilhar conhecimento, sendo esta uma das razões pelos quais, na prática, diferentes estudantes em um mesmo grupo têm diferentes acessos ao conhecimento. A análise dos discursos pretende

se aprofundar em alguns dos problemas e dificuldades que estão relacionadas ao acesso ao conhecimento.

Devemos tentar entender como o conhecimento se constrói na mente de nossos alu-

nos, desde a leitura de textos ou tomada de dados em um laboratório até o resultado final de processo de aprendizagem.

Que passos dão os nossos alunos para solucionar os seus problemas e em que ordem? Que obstáculos os alunos enfrentam e quais são as suas origens? Como se manifestam os aspectos sociais, tais como as interações entre seus colegas?

O professor precisa estar mais presente acompanhando a sequência de raciocínio utilizada por seu aluno, pois só assim poderá influenciá-lo para buscar maneiras mais simples de formar suas ideias e tirar suas conclusões. Uma maneira de tentar decifrar este código é através da análise dos *discursos e argumentações* durante as aulas.

### **Tema da física**

O tema escolhido para a atividade investigativa foi o Sistema Métrico.

As variáveis exploradas durante a investigação serão: o instrumento utilizado para as medições (partes do corpo) e o objeto a ser medido (dimensões da sala de aula e instrumentos que nela estão).

### **Desenvolvimento da atividade**

#### **Objetivos**

Entre os objetivos principais desta atividade podemos destacar:

- Identificar aspectos envolvidos na construção de um “clima” adequado para os alunos argumentarem na direção da cultura científica.
- Busca de uma relação entre a linguagem científica e a do cotidiano usada pelo aluno.
- Identificar se há conceitos prévios sobre o tema.
- Gerar envolvimento do aluno através da argumentação, fazendo com que ele não encare a ciência como instrumento autoritário de validação dos fatos.

- Visar a construção de explicações coletivas.
- Identificar elementos básicos que compõem um argumento e suas relações (padrão de argumento de Toulmin [7]).

### **Apresentação do problema**

A apresentação do problema será através de uma situação que tem por objetivo motivar a turma. Serão apresentados para os alunos: um trailer do último filme da série *Star Trek* [8] onde a nave Enterprise aparece com destaque, um vídeo sobre a Arca de Noé [9], o projeto de construção da Enterprise e da Arca e a apresentação do problema.

### **Material utilizado**

- Sala de aula e pequeno pedaço de madeira que serão os objetos a serem medidos.
- Alunos que utilizarão partes do corpo como instrumento de medida.

### **Proposta de desenvolvimento para os alunos**

O nosso público alvo será formado por alunos do primeiro ano do Ensino Médio. O tempo previsto para a atividade será de 4 aulas (50 min cada) e os alunos farão as atividades propostas divididos em grupos de 4 alunos, de forma autônoma e de acordo com os seus interesses. Os alunos receberão o roteiro abaixo, que juntamente com o professor serão os guias da atividade investigativa.

### **Roteiro do Aluno**

#### **Primeira parte**

##### **Texto I**

“Então disse Deus a Noé: O fim de toda a carne é vindo perante a minha face; porque a terra está cheia de violência; e eis que os desfarei com a terra.

Faze para ti uma arca de madeira de Gofer: farás compartimentos na arca, e a betumarás por dentro e por fora com betume.

E desta maneira farás: de *trezentos côvados o comprimento da arca, e de cinquenta côvados a sua largura e de trinta côvados a sua altura.*

Farás na arca uma janela, e de *um côvado a acabarás em cima*; e a porta da arca porás ao seu lado; far-lhe-ás andares baixos, segundos e terceiros(...).

Assim fez Noé: conforme a tudo o que Deus lhe mandou, assim o fez” (Gêneses, 6, 13-21).

##### **Texto II**

**Spock:** estamos a uma *distância aproximada de 12 parsecs* da nave do capitão.

**Scott:** jamais chegaremos a tempo de salvar a nave.

**Spock:** seria possível se conseguíssemos *velocidade de dobra quatro*.

**Scott:** mais essa velocidade é impossível de ser atingida.

**Spock:** você já descobriu como fazer isso.

**Scott:** Não sou capaz de gerar essa velocidade na Enterprise.

Abaixo, podemos verificar um desenho da Arca de Noé (Fig. 1) [10], com as suas dimensões em côvados e uma imagem da nave Enterprise (Fig. 2) [11], onde podemos observar que a unidade usada em seu projeto de construção foi o metro.

Em um futuro não muito distante... o nosso planeta está ameaçado de extinção devido à colisão de um imenso asteroide de 100 km de diâmetro. Será o fim da vida na Terra. Devido às circunstâncias do desastre iminente, não há como reconstruir a Arca de Noé e salvar um casal de cada ser do planeta para uma futura proliferação das espécies. Nossa única chance é a utilização da Enterprise, nave capaz de viajar para fora do nosso sistema solar em busca de novos lares, construída com a mais avançada tecnologia conhecida. Você acha que seria possível colocar um casal de cada espécie na Enterprise, assim como foi feito por Noé com sua Arca? Justifique a sua resposta.

*Observação: aqui, o que esperamos é que com as diferenças de unidades apresentadas nos textos e projetos, os alunos percebam que para resolver o problema será necessário descobrir qual a relação entre o côvado e o metro.*

## Segunda parte

### Texto III

#### As medidas e o homem

As medidas surgiram da necessidade de estabelecer comparações que permitissem o escambo entre as pessoas, quando as primeiras comunidades começaram a dispor de excedente agrícola, alguns milhares de anos antes de Cristo. Era preciso criar um sistema de



Figura 1 – Arca de Noé.



Figura 2 – Nave Enterprise.

equivalência entre o produto e um padrão previamente determinado que fosse aceito por todos os membros do grupo. As unidades primitivas tomaram como referência o corpo humano; *palmas, braços e pés ajudavam a dimensionar comprimento e área*. Depois, vieram as balanças, as régua, as ânforas e outras tantas medidas até a criação, em 1960, do sistema internacional de unidades, que estabelece grandezas universais para serem empregadas mundialmente.

O homem tomou então a si próprio como padrão de medida. Esse foi o sistema de medidas mais antigo e universal, pois, definido dessa forma, era altamente cômodo. Esta era uma maneira de todos compreenderem.

1) Utilizando alguma parte do seu corpo, meça o comprimento dessa sala. Cada grupo escolhe duas partes diferentes. Organize as medidas obtidas, indicando também vantagens e desvantagens da escolha.

*Observações: a necessidade de se escolher duas partes do corpo é justamente para que percebam a vantagem de uma sobre a outra durante as medições que realizam. Outra análise a ser feita é de como os alunos irão organizar os dados obtidos. Nesse momento se espera uma boa discussão entre os integrantes dos grupos sobre a melhor estratégia de medição e de organização dos dados.*

2) Preencha um quadro com os dados de todos os grupos fornecidos pelo professor.

*Observações: depois de todos os grupos realizarem suas medidas, o professor toma todos os dados e os organiza no quadro com a ajuda dos alunos, construindo uma tabela para facilitar a visualização. O professor agora tem papel crucial ao conduzir uma discussão sobre a escolha, pela turma, de qual o melhor instrumento dentre todos os utilizados para a medição do comprimento da sala.*

3) Utilizando o melhor instrumento de medida escolhido pela turma, cada grupo mede o comprimento da sala.

*Observações: após uma nova medição dos alunos com o “melhor” instrumento, será feita nova discussão sobre os resultados diferentes obtidos, embora todos tenham usado o mesmo*

*instrumento. Espera-se que comecem a perceber que a escolha de instrumentos de medidas utilizando partes do corpo não seja conveniente. O professor pode também, nesse momento, explorar o conceito de precisão e erro nas medidas efetuadas agora.*

4) Utilizando partes do seu corpo, meça o comprimento da vara de madeira que está sobre a mesa. Cada grupo deve escolher duas partes diferentes do corpo. Organize as medidas obtidas, indicando também vantagens e desvantagens dessa escolha.

*Observação: o aluno já está envolvido com a atividade e a medição de um novo objeto deve ser mais fácil para o grupo do que a anterior. Agora o objeto a ser medido é bem menor do que o anterior e o que se espera e que escolham instrumentos (partes do corpo) menores também.*

5) Preencha um quadro com os dados de todos os grupos fornecidos pelo professor.

*Observação: o professor toma novamente todos os dados e os organiza no quadro com a ajuda dos alunos, construindo uma nova tabela. O professor novamente deve conduzir a turma a uma nova escolha do “melhor” instrumento para medir o novo objeto.*

6) Utilizando o melhor instrumento de medida escolhido pela turma, cada grupo mede o comprimento da vara de madeira que está sobre a mesa.

*Observações: após uma nova medição dos alunos com o “melhor” instrumento, será feita nova discussão sobre os resultados diferentes obtidos, embora todos tenham usado o mesmo instrumento. Na Antiguidade a maioria dos povos tinha dois padrões de medidas, que eram usados para pequenas e longas distâncias. Esse detalhe pode ser explorado pelo professor, já que provavelmente as escolhas dos instrumentos a serem utilizados pelos alunos, para medir a sala e a barra de madeira, serão diferentes assim como antigamente.*

### Texto IV

Essa diversidade de medidas obstruía a comunicação e o comércio e atrapalhava a administração racional do Estado. Além disso, tais medidas raramente eram precisas. “Até o fim do século XVIII, a precisão não era essencial porque a prática capitalista ainda não estava difundida no mundo”, diz o historiador da ciência Shozo Motoyama, da USP, em entrevista a revista Super Interessante. “A precisão adquire importância quando se passa a considerar o lucro e o ganho que cada um pode obter numa transação econômica”. A decisão de criar um modelo de unidades que fosse universal, prático e exato finalmente se concretizou com a Revolução Francesa, em 1789. O rompimento com as tradições

feudais abriu caminho para ideias inovadoras. O plano era elaborar um sistema de unidades baseado em um padrão da natureza, imutável e indiscutível. Como a natureza não pertence a ninguém, tal padrão poderia ser aceito por todas as nações e se tornaria um sistema universal.

7) Os sistemas apresentados anteriormente, utilizados pelos diversos povos ao longo da história, são bons ou não para serem usados como padrão de unidades? Justifique

*Observação: com uma boa condução da atividade até o momento é bem possível que os alunos percebam que a utilização de partes do corpo para padrão de medidas não é eficiente.*

8) Discuta com seu grupo e apresente uma sugestão de padrão que seja indiscutível e imutável.

*Observação: uma pedra, uma barra de metal (já usada historicamente), algo que seja relativamente imutável e que possa servir de padrão para a turma.*

9) Preencha uma tabela com todos os padrões sugeridos pelos grupos.

*Observação: após sugestão de todos os grupos, o professor encaminha a escolha do "padrão" da turma, procurando explorar com os alunos as vantagens e desvantagens da escolha, tendo como experiência as medições feitas anteriormente utilizando partes do corpo.*

Usando a unidade padrão escolhida pela turma e a relação dada pelo professor entre o côvado e o metro, tente agora:

a) Dar as dimensões da arca de Noé e da Enterprise usando o padrão da turma.

b) Responda a pergunta proposta no início da atividade.

### O que esperamos dos alunos

O grau de discussão não depende só do aluno, mais também do professor que deve encaminhar a atividade, guiando-os para o objetivo e construção dos conceitos esperados. *Abaixo de cada pergunta do roteiro do aluno foi colocada uma observação do que se espera de cada grupo ao resolvê-la.*

A coleta dos dados por parte dos alunos será feita após cada medida e o ideal é

que se organizem esses dados em tabelas ou de outra forma sistemática para que se percebam as regularidades das medidas feitas por eles e pelos outros grupos.

Para análise posterior dos dados pelo professor, tudo deve gravado em áudio ou, se possível, filmado. Realizamos a análise dos dados levando em consideração a importância das conversas entre os alunos, tendo em vista que a atividade científica é um trabalho coletivo e não individual.

Outra preocupação nessa fase de análise é a busca pela identificação de elementos básicos que compõem um argumento e suas relações. Na Fig. 3, abaixo, está representada a estrutura completa do padrão proposta por Toulmin [12] para relacionar um fato ou dado (D) a uma conclusão (C) e é esse padrão que iremos buscar também na análise dos dados coletados. Essa análise do padrão nos será útil em tornar mais evidente os trechos argumentativos das falas dos alunos e das questões por eles respondidas.

### Considerações finais

Após corrigir uma centena de provas, de um dos inúmeros colégios onde lecionamos, fazemos sempre os mesmos comentários nas salas de professores da vida: *Nossa! Como os alunos estão fracos. Eles não sabem nada. Onde vamos chegar? As notas foram baixíssimas.* Que linguagem é essa que só nós entendemos? Por que será que os alunos já chegam ao primeiro ano do Ensino Médio com tanto medo da física?

Precisamos fazer com que as nossas aulas sejam inesquecíveis para nossos alunos. Ao lançarmos mão de uma aula como essa que foi apresentada, estamos tentando trazer o aluno para um novo modelo de aprendizagem, um modelo em que o aluno deve ser privilegiado e valorizado no processo de ensino. É claro que o papel do professor, em uma atividade como essa, não se detém a expor um assunto no quadro, preparar uma prova e depois corrigi-la. Não! Nesse tipo de atividade investigativa, o professor passa de avaliador para avaliado, pois é continuamente forçado a pensar, montar estratégias de aulas, fazer a pergunta certa na hora certa e deve estar

sempre pronto para enfrentar situações problema que até então não havia passado. Realmente é desafiador; contudo, o retorno deverá ser mais confortante.

Com a resolução do problema proposto nesse trabalho, esperamos que possa ser analisada e avaliada as etapas de um processo investigativo, desde o início do processo com o lançamento do problema até a análise dos dados provenientes da solução. Com o professor atuando como um guia durante a atividade, os alunos poderão compreender a importância da criação e manutenção de um padrão de medidas imutável e universal e a relevância da sua utilização na sociedade antiga e moderna. O ato de medir e comparar faz sentido para o aluno, que passa por um processo onde através da discussão com os outros colegas do grupo, da tomada de dados, da organização de tabelas e utilização de um pensamento científico, passa a fazer uso da linguagem da ciência e o professor então, pode finalmente buscar o produto de todo esse processo, que é o fazer ciência com seu aluno na sala de aula.

### Referências

- [1] E.F. Mortimer, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências **2**(1), 25 (2002).
- [2] Brasil, PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (MEC/SEMTEC, Brasília, 2002).
- [3] A.M.P. Carvalho, Texto apresentado no XIV ENDIPE, Porto Alegre (2008), 12 p.
- [4] P. Perrenoud, *A Prática Reflexiva no Ofício do Professor* (Artmed, Porto Alegre, 2002), p. 71-88.
- [5] M.C.P.S. Azevedo, in: *Ensino de Ciências* (Pioneira Thomson Learning São Paulo, 2004), p. 19-34.
- [6] S.P. Penha, A.M.P. Carvalho e D.M. Vianna, in: *Anais do VII ENPEC*, Florianópolis (2009). Disponível em <http://www.foco.fae.ufmg.br/viiienpec/index.php/enpec/viiienpec/paper/viewFile/612/117>.
- [7] S.E. Toulmin, *Os Usos do Argumento* (São Paulo, Martins Fontes, 2006), p. 137-207.
- [8] <http://www.youtube.com/watch?v=-TUptZhKkMo>, acesso em 21/07/2010.
- [9] <http://www.youtube.com/watch?v=tmk2Kd5QNw0>, acesso em 21/7/2010.
- [10] <http://www.bibleportraits.org/14901/15222.html>, acesso em 21/07/2010
- [11] <http://www.startrek-wallpapers.com/Enterprise/Enterprise-NC01-Schematics/> acesso em 21/07/2010
- [12] S.S. Nascimento e R.D. Vieira, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências **8**(2) (2008), disponível em <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V8N2/v8n2a1.pdf>.

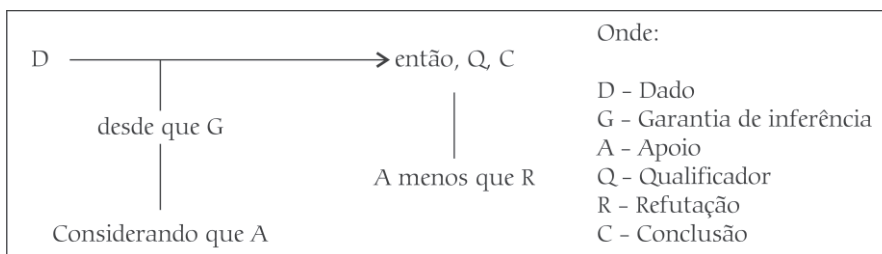


Figura 3 – Padrão de argumento segundo Toulmin [12].