

**Circuito Ciência – SEEMG: 18 a 24 de junho de 2013**

**Oficina: Projetos de Aprendizagem no Ensino das Ciências**

Docente responsável: Dácio G. Moura - [dacio@tecnologiadeprojetos.com.br](mailto:dacio@tecnologiadeprojetos.com.br)

(Convite recebido da SEEMG)

Belo Horizonte, 27 de maio de 2013

Prezado Professor

Dácio Guimarães de Moura,

A MAGISTRA - Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores convida V.Sa. para participar, como professor de minicursos, do **Circuito de Ciência para Educadores dos Anos Finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio da Rede Pública do Estado de Minas Gerais**.

Esse Circuito acontecerá no período de 17 a 21 de junho de 2013 e tem como propósito ampliar as possibilidades metodológicas para a educação científica na educação básica.

O evento contará com a presença de professores de ciências, biologia, matemática, física, química, geografia e história da rede pública estadual e de representantes das Superintendências Regionais de Ensino - Metropolitanas A, B e C.

Os minicursos oferecidos abordarão os temas presentes nas diretrizes curriculares propostas pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais – Conteúdo Básico Comum (CBC) – perfazendo cargas horárias de 2h ou 4h.

Agradecemos e aguardamos a confirmação de sua participação no evento. Em caso afirmativo, solicitamos o preenchimento do formulário de proposição de oficinas (Anexo I) a ser enviado para o e-mail: [lumath@uol.com.br](mailto:lumath@uol.com.br)

Atenciosamente,

Márcia Fonseca

Coordenadora do Museu e Laboratório Pedagógico Leopoldo Cathoud

MAGISTRA/SEEMG – Tel:(31)3379-8577 - (31)3379-8493

Ângela Imaculada Loureiro de Freitas Dalben

Diretora da MAGISTRA – a escola da escola

**Anexo I – Formulário de Proposição de Minicursos**

**CIRCUITO CIÊNCIA PARA EDUCADORES DOS ANOS FINAIS DO ENSINO  
FUNDAMENTAL E ENSINO MÉDIO**

**OFERTA DE MINICURSO:**

<b>MINICURSO/CH 4 HORAS</b>	<b>EMENTA</b>	<b>PROFESSOR</b>	<b>NÍVEL DE ENSINO</b>	<b>MATERIAL NECESSÁRIO</b>
PROJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DAS CIÊNCIAS	CONCEITO, TIPOS, DIRETRIZES E EXEMPLOS DE PROJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DAS CIÊNCIAS.	DR. DÁCIO GUIMARÃES DE MOURA	SÉRIES FINAIS DO FUNDAMENTAL E ENSINO MÉDIO	SALA COM DATASHOW E COMPUTADOR COM CONEXÃO À INTERNET

DIA 19/6, 4ª feira - SALA B4 - 13h30 / 17h30

DIA 21/6, 6ª feira - SALA A14 - Idem

DIA 24/6, 2ª feira - SALA A23 - Idem

## **Circuito Ciência – SEEMG: 18 a 24 de junho de 2013**

### **Oficina: Projetos de Aprendizagem no Ensino das Ciências**

Docente responsável: Dácio G. Moura - [dacio@tecnologiadeprojetos.com.br](mailto:dacio@tecnologiadeprojetos.com.br)

Público-alvo: professores das ciências do ensino médio e anos finais do ensino fundamental:

Número de participantes: 25.

Ementa: conceito, tipos, diretrizes e exemplos de projetos de aprendizagem no ensino das ciências.

#### I. Atividade de breve apresentação e conhecimento mútuo.

Questões: Quais as razões de cada um para escolher esta Oficina? Qual a experiência de cada um em relação a *projetos de aprendizagem*?

#### II. Atividade de entrada: analisar e avaliar as afirmações a seguir. Responder: *Concordo, Não Concordo, Tenho Dúvidas*. Dizer por que.

- 1) O *projeto de aprendizagem* é apenas um dos vários tipos possíveis de projetos educacionais.
- 2) A realização de *projetos de aprendizagem* é uma atividade muito importante e necessária nas escolas, sobretudo nos dias atuais.
- 3) A realização de *projetos de aprendizagem* tem sido muito recomendada nas diversas instâncias da educação escolar.
- 4) Há muitas razões que assinalam a importância de realizar *projetos de aprendizagem* na escola nos dias atuais. Cite pelo menos três razões.
- 5) Há muitos fatores que dificultam ou prejudicam a implantação de *projetos de aprendizagem* no ensino das ciências. Cite pelo menos três fatores.

#### III. Atividade de análise e discussão de texto: ler o texto proposto (em anexo) e:

- a) Identificar aspectos que se relacionam com as afirmações da Atividade II anterior.
- b) Destacar os aspectos que você considera mais interessantes, assim como os aspectos que você considera mais problemáticos.

#### IV. Apresentação de exemplos de projetos de aprendizagem.

#### V. Uso de “*questões experimentais*” como ensaio para a realização de *projetos de aprendizagem*.

#### VI. Atividades possíveis para realização em grupos. Exemplos:

- 1) Realização de *projetos de aprendizagem* do tipo construtivo: construção de modelos de corpos celestes (órbitas planetárias, sistema Terra-Lua, dimensões da Terra, dimensões do Sol e dos planetas; distâncias dos planetas até o Sol).
- 2) Realização de *projetos de aprendizagem* do tipo explicativo - analisar o funcionamento de objetos analógicos como: termômetro clínico de mercúrio; campainha elétrica tipo cigarra; densímetro; outros.
- 3) Realização de *projetos de aprendizagem* do tipo investigativo. Descobrir a lógica matemática de: *torre de Hanoi*; *número de imagens por 2 espelhos planos em função do ângulo entre eles*, outros.

**Circuito Ciência – SEEMG: 18 a 24 de junho de 2013**

**Oficina: Projetos de Aprendizagem no Ensino das Ciências**

Docente responsável: Dácio G. Moura - [dacio@tecnologiadeprojetos.com.br](mailto:dacio@tecnologiadeprojetos.com.br)

Texto para a Atividade III

### CONCEITOS BÁSICOS PARA A REALIZAÇÃO DE PROJETOS DE APRENDIZAGEM<sup>1</sup>

A realização de projetos de aprendizagem é uma forma eficaz de promover conexões entre os conteúdos de ensino e o mundo contextual, conexões entre o abstrato e o concreto. Há vários tipos de atividades que propiciam fazer conexões entre conteúdos de ensino e situações concretas com as quais as pessoas lidam no cotidiano. Uma das atividades mais ricas são os projetos de aprendizagem.

É importante que essas conexões sejam promovidas por meio de atividades que envolvam o interesse do aluno tanto do ponto de vista cognitivo quanto social e afetivo. Projetos de aprendizagem possuem um grande potencial de envolver os alunos intelectualmente e emocionalmente, pois permitem que eles construam seu próprio ambiente de aprendizagem exercitando valores e atitudes como a iniciativa e a capacidade de planejar e realizar um trabalho colaborativo.

A ideia de trabalhar com projetos como recurso pedagógico na construção de conhecimentos remonta ao final do século XIX, com John Dewey em 1897. Kilpatrick, com o trabalho “O Método de Projetos”, de 1918, é considerado o iniciador do trabalho com projetos como método educativo. Para Kilpatrick, o projeto teria quatro fases essenciais: *intenção, planejamento, execução e julgamento*. Dewey considerava que os projetos realizados por alunos demandam necessariamente a ajuda de um professor que pudesse assegurar o processo contínuo de aprendizagem e crescimento.

Os projetos de aprendizagem ganham, atualmente, grande impulso, sobretudo com os trabalhos de Hernandez (1998), Santomé (1998), Ventura (1998), Jean (2002), dentre outros.

Diversas publicações e experiências escolares referem-se ao potencial da atividade de projetos como contribuição para a melhoria do processo educativo especialmente no que diz respeito à promoção de uma aprendizagem significativa, em contraposição à aprendizagem tradicional do tipo verbal, retórica, livresca, de ênfase teórica e descontextualizada<sup>2</sup>.

Um dos pressupostos básicos do trabalho com projetos é a consideração de situações reais relativas ao contexto e à vida. Isso significa uma contribuição para superar o modelo tradicional de educação centrada na abstração, no *poder do verbo*. Nos dias atuais, essa hegemonia da *educação verbal* pode tornar-se ainda mais problemática como consequência indireta das formas atuais de valorização do fator *informação*, que tende a tornar-se cada vez mais atraente e disponível através das novas tecnologias da informação, reforçando, progressivamente, a dimensão "virtual".

O trabalho com projetos pode compensar problemas decorrentes do uso exagerado de recursos virtuais, em detrimento de situações reais e contextuais. Essa é uma questão que se apresenta atualmente em relação à utilização de softwares educativos idealizados para simulação de situações da vida real.

---

<sup>1</sup> Texto baseado em: MOURA, Dácio G. & BARBOSA, Eduardo F. – *Trabalhando com Projetos – Planejamento e Gestão de Projetos Educacionais*, Editora Vozes, RJ-Petrópolis, 7ª Edição, 2012.

<sup>2</sup> Ver textos em: [www.tecnologiadeprojetos.com.br](http://www.tecnologiadeprojetos.com.br)

A tendência atual de valorização da dimensão *virtual*, associada fortemente ao fator *informação*, pode, indiretamente, induzir dificuldades e problemas complexos relacionados às necessidades de formação dos jovens estudantes. A formação do ser humano, em caráter integral, demanda o desenvolvimento de um equilíbrio fundamental entre fatores relativos à abstração racional e fatores relativos ao desenvolvimento sensível e sensório-motor. A proposta de ensino com a utilização de projetos considera todos os elementos referentes à formação integral do ser humano, propiciando ao jovem o desenvolvimento da habilidade de lidar com o tempo e a matéria.

### **Algumas diretrizes para os Projetos de Aprendizagem**

No desenvolvimento dos projetos de aprendizagem podemos identificar 4 pilares fundamentais:

1. A liberdade de escolha do tema do projeto por parte dos alunos (mediante negociação com o professor), especialmente para alunos da adolescência em diante, tornando possível a consideração de múltiplos interesses e objetivos.
2. A formação de grupos de alunos para desenvolver o projeto (contribuições formativas dos trabalhos em equipe). O número de alunos por grupo deve ser definido criteriosamente para cada situação (Exemplo: 4 alunos por grupo).
3. A visão de um *laboratório aberto, sem fronteiras*, com a utilização de múltiplos recursos, providenciados inclusive pelos próprios alunos junto à comunidade em geral, como base para realização do projeto.
4. A socialização dos resultados do projeto pelos seus autores, em diversos níveis de comunicação, como a própria sala de aula, a escola e a comunidade, como fator pedagógico e contribuição social.

Cada um dos pilares assinalados requer um estudo aprofundado à parte. Moura & Barbosa (Op.Cit 1), entre outros, analisam as contribuições de cada um desses pilares. Esses autores acrescentam ainda as seguintes diretrizes consideradas como fundamentais para o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem:

- Definição de um período de tempo limite para a concretização do projeto, como fator importante para a formação do aluno e para garantir o desenvolvimento e concretização do projeto (Exemplo: 1 bimestre ou 1 semestre).
- Os projetos devem contemplar uma finalidade útil de modo que os alunos tenham uma percepção de um sentido real do trabalho realizado, podendo significar abertura de oportunidades para o aluno.

O projeto de aprendizagem é um dos 5 tipos de projetos educacionais: *produto, intervenção, pesquisa, ensino, aprendizagem*. (Ver: Apresentação para professores – Slides de palestra sobre Gestão de Projetos Educacionais).

Podemos classificar os projetos de aprendizagem em três tipos: (Ver: Projetos de Aprendizagem - Roteiro – exemplo de orientações e de projetos de alunos).

- 1) Explicativos
- 2) Construtivos
- 3) Investigativos.

Projetos do tipo explicativo têm como objetivo mostrar e explicar o funcionamento de objetos tecnológicos e de fenômenos em geral. Nesses projetos os alunos analisam as partes fundamentais de um fenômeno ou de um equipamento e a relação delas com o resultado do fenômeno ou o propósito para o qual determinado objeto foi construído. O fundamental é que

os alunos analisem “como funcionam” determinados objetos, identificando os conhecimentos científicos que estão ali aplicados. Trata-se de uma atividade semelhante ao processo que se desenvolve na chamada engenharia reversa. É muito importante a participação do professor na escolha criteriosa dos objetos e fenômenos a serem estudados de modo a garantir que conhecimentos científicos relevantes sejam focalizados.

Um fenômeno ou objeto tecnológico pode ser estudado considerando múltiplos aspectos e com diferentes níveis de profundidade. Por isso, é importante que o professor tenha clareza sobre quais conhecimentos científicos estão incorporados no fenômeno ou na tecnologia do equipamento para que o seu estudo contribua para aprendizagem de conteúdos científicos desejados. Esse tipo de projeto pode despertar nos alunos o interesse e o espírito empreendedor para a criação de novos equipamentos.

É importante alertar que em todas as situações possíveis de implementação de projetos explicativos é fundamental que os objetos sejam estudados não apenas de forma teórica, analisando os princípios científicos que estão aplicados, mas também “abrindo a caixa preta”, inspecionando as peças e os mecanismos que constituem o objeto. É importante que os alunos compreendam os princípios que são fundamentais no objeto estudado e os princípios que são apenas complementares.

Para a realização de projetos explicativos, os objetos do tipo *analógicos* são mais adequados, especialmente para alunos iniciantes de cursos de formação geral, em nível da educação básica. Objetos do tipo *digital* são, em geral, mais difíceis de serem estudados com o objetivo de mostrar e explicar o seu funcionamento.

Projetos de aprendizagem do tipo *construtivo*, onde o aluno desenvolve um equipamento para cumprir certo propósito, são muito estimulantes e pedagogicamente ricos. Entretanto, esse tipo de projeto é mais adequado para os alunos mais adiantados porque eles já devem ter domínio do uso de ferramentas, de instrumentos e técnicas gerais que lhes permitam conceber e construir um equipamento que funcione com um propósito definido.

Projetos de aprendizagem do tipo *investigativo* devem ser valorizados porque permitem aos alunos vivenciar mais intensamente o processo da ciência. Eles requerem um prazo de realização mais longo e domínio de processos de medidas, coleta e análise de dados e uma orientação cuidadosa do professor, principalmente na fase de formulação da questão de pesquisa. Esse tipo de projeto é muito valorizado em Feiras de Ciências e pode ser fator de identificação de vocações para a pesquisa científica.

#### *Referências sobre realização de projetos*

- 1- Blog que apresenta orientações e projetos realizados no CEFET-MG:  
<http://lactea-epc.blogspot.com.br/>
- 2- Site *Feira Brasileira de Ciência e Engenharia* – ver projetos premiados nos últimos anos:  
<http://febrace.org.br/anos-de-sucesso/2012/>
- 3- Site do Google Science Fair que apresenta projetos premiados em eventos internacionais:  
<http://www.google.com/intl/en/events/sciencefair/index.html>
- 4- Site do Discovery Science Fair que apresenta orientações e ideias para realização de projetos:  
<http://school.discoveryeducation.com/sciencefaircentral/>
- 5- Programa Nacional da Olimpíada de Química:  
<http://www.obquimica.com/> e <http://www.obquimica.com/?section=79,noticias&id=50>
- 6- Notícias sobre premiações em Feiras de Ciências no Brasil:  
<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2012/06/15/feira-de-ciencia-premia-12-estudantes-do-ensino-fundamental-e-medio>
- 7- Artigo: *Feiras de Ciências – Necessidade de novas diretrizes*.  
[www.tecnologiadeprojetos.com.br](http://www.tecnologiadeprojetos.com.br)

**Circuito Ciência – SEEMG: 18 a 24 de junho de 2013**

**Oficina: Projetos de Aprendizagem no Ensino das Ciências**

Docente responsável: Dácio G. Moura - [dacio@tecnologiadeprojetos.com.br](mailto:dacio@tecnologiadeprojetos.com.br)

## **PROBLEMAS EXPERIMENTAIS**

Um tipo de atividade que pode ser utilizada eventualmente pelo professor são os **problemas experimentais**. São questões que envolvem manipulação de objetos concretos simples e podem ser resolvidas em breve tempo.

A realização dessas questões possui uma relação com a atividade de realização de projetos. A realização ocasional dessas questões pode propiciar aos alunos o desenvolvimento de habilidades que são importantes no trabalho de realização de projetos. Projetos demandam maior disponibilidade de tempo e de dedicação. Essas pequenas questões, realizadas mais facilmente, promovem certa disposição nos alunos de enfrentarem os desafios maiores que são apresentados nos projetos.

O professor pode acumular um conjunto dessas questões que podem ser usadas oportunamente, em momentos variados. Elas podem ser propostas aos alunos individualmente ou em grupos, como *desafio de aprendizagem* ou podem ser propostas para *avaliar conteúdos* aprendidos anteriormente. Na literatura sobre ensino das ciências podemos encontrar muitas sugestões de questões do tipo experimental. Algumas podem ser bem simples e outras podem ser mais complexas e já se aproximando da proposta de realização de projetos de aprendizagem.

A seguir estão apresentados exemplos questões do tipo experimental. Em geral, eles se referem a conteúdos de Ciências (ou de interação entre Ciências e Matemática).

1) *Surpresa com o ar*. Coloque uma rolha dentro do gargalo de uma garrafa que deve estar na posição horizontal. O diâmetro da rolha deve ser bem menor do que o diâmetro do gargalo de modo que a rolha possa se movimentar folgadoamente. Agora tente empurrar a rolha para o interior da garrafa usando o processo de soprá-la para dentro. O que ocorre? Como você explica esse fenômeno?

2) *O som que escutamos*. Prenda uma gominha com os dentes e estique-a com as mãos na outra extremidade. Produza som na gominha como se ela fosse uma corda de violão. Explique por que você escuta tão bem o som enquanto que as pessoas em sua volta não. Relacione essa experiência com o seguinte fato: comumente estranhamos nossa voz quando a ouvimos num gravador. Você já constatou isso?

3) *Soprando velas*. Use um tubo-funil em forma de corneta para tentar apagar uma vela, soprando-a através do tubo. O tubo deve ter uma extremidade circular bem mais larga do que a parte na qual você sopra. O que ocorre? Como você explica esse fenômeno?

4) *Análise de Galileu*.

a) Solte uma folha de papel e um caderno, lado a lado, deixando-os cair de uma altura. Observe a queda de ambos. Qual cai mais depressa? Explique por que.

b) Agora coloque a folha de papel sobre o caderno, na posição horizontal, e deixe-os cair. Qual cai mais depressa? Explique por que.

5) *Centro de gravidade*. Sente-se numa cadeira numa postura bem correta. Tente se levantar da cadeira, mas sem inclinar-se para a frente. O que ocorre? Você consegue explicar este fenômeno?

6) *Absorção de energia*. Coloque água num copinho (ou caixinha) de papel comum. Coloque uma vela acesa sob o mesmo de modo a tentar aquecer a água. Você acha que é possível aquecer a água sem queimar o papel? Por que? Tente fazer e explicar.

7) *Equilíbrio*. Observe um passarinho de plástico (é muito conhecido atualmente) que é capaz de ficar apoiado só pelo bico. Você consegue explicar este fenômeno?

8) *Forma da Terra*. Atualmente há um brinquedo, utilizado pelas crianças, constituído de uma bolinha formada com muitos fios de borracha. Girando e jogando essa bolinha para cima ou fazendo-a girar pendurada por um de seus fios, podemos ilustrar o fenômeno pelo qual a Terra é achatada nos polos. Experimente fazer isto.

Como você explica essa ilustração?

9) *Medidas indiretas*.

a - Determine a espessura de uma folha de papel (de um livro, ou algo similar).

b - Quantas palavras existem, aproximadamente, em um livro?

Em ciências é comum fazermos avaliações semelhantes às apresentadas acima. Por exemplo: quantos pássaros existem em uma determinada mata? Quantos peixes existem em um determinado lago? Qual é o peso de um grão de arroz? Quantos glóbulos vermelhos existem em 1 mililitro de sangue? Quantas células existem no cérebro? Quantos átomos existem no universo?

Veja se você consegue encontrar um modo de responder as questões a e b, acima.

10) *Análise de fotografias*. Analisando fotografias, em geral, podemos descobrir as dimensões reais de certos objetos que aparecem nas fotos tomando por base as dimensões de objetos conhecidos também mostrados nessas fotos.

Analise algumas fotografias (de revistas, por exemplo) e tente usar esse método. Faça algumas medidas.

Você acha que os resultados obtidos são bem confiáveis? Por quê?

11) *Como vemos o mundo*. Coloque uma lente convergente diante de seu olho, e observe as coisas ao seu redor (se você usa óculos, coloque a lente diante dos óculos, sem tirá-los, considerando que o olho com defeito de visão mais os óculos equivale a um olho normal). Podemos dizer que, fazendo assim, você estará enxergando como um míope. Ao contrário disto, se você coloca diante dos olhos uma lente divergente, você estará enxergando como um hipermetrópe.

Tente descrever como o míope vê as coisas. Idem, o hipermetrópe.

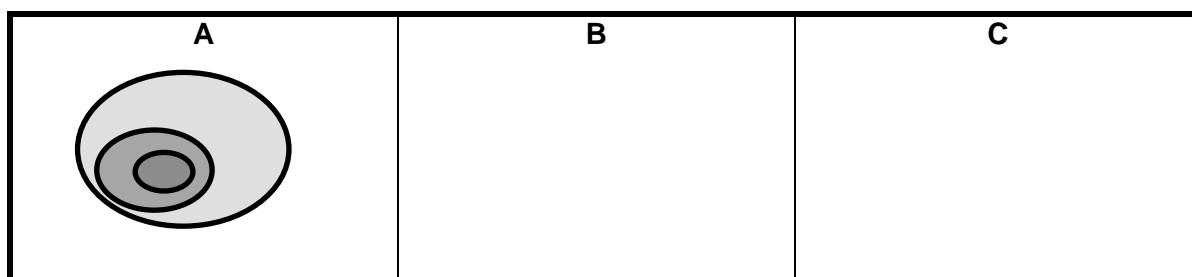
Você consegue explicar estes fatos?

12) *Torre de Hanói*. Abaixo temos 3 colunas, A, B, C. Na coluna A estão colocados 3 discos, empilhados em ordem de tamanho: o menor deles por cima e o maior deles por baixo. Desafio: transportar esses 3 discos para a coluna C de modo que fiquem empilhados na mesma ordem.

Regras: a) você só pode transportar 1 disco de cada vez de uma coluna para outra; b) um disco maior nunca pode ser colocado sobre um menor; c) você pode usar todas as colunas como "passagem".

Notas: i) o objetivo é realizar o desafio no menor número possível de "passagens"; ii) você pode tentar descobrir uma "fórmula" que indica qual é o menor número possível de

“passagens” de acordo com a quantidade de discos usados (você pode experimentar outras quantidades de discos, desde 1 até n).



13) *Sistema Terra-Sol-Lua*. Analisando a tabela abaixo, responda: se a Terra fosse do tamanho (aproximado) de uma bola de ping-pong, que tamanhos teriam a Lua e o Sol e a que distâncias eles estariam? (Tente mostrar esses valores num tipo de maquete).

Tabela com valores reais e valores reduzidos numa escala em que o diâmetro da Terra é representado por 1 cm, ou seja: 12.756 km = 1 cm.

	Valores reais, em km			Valores na escala, em cm		
	Terra	Sol	Lua	Terra	Sol	Lua
Diâmetro	12.756	1.390.000	3.476	1	110	0,3
Distância à Terra	-	149.000	380.000	-	11.825	30

14) *Método de triangulação*. Usando um pouco de matemática, podemos calcular o tamanho de um objeto distante e inacessível se sabemos a distância dele até nós. E, vice-versa, podemos calcular a distância dele até nós se sabemos o seu tamanho.

Com uma régua colocada verticalmente a certa distância dos olhos (com o braço esticado), podemos medir o “tamanho aparente” (**T**) do objeto distante (uma pessoa, por exemplo). Esse “tamanho aparente” depende, logicamente, da distância (**A**) que a régua está dos nossos olhos. Verifique que, aumentando-se **A**, aumenta-se o “tamanho aparente” **T** de modo que, se **A** for a própria distância do objeto distante, o “tamanho aparente” será o próprio tamanho real **R** desse objeto distante. Usando semelhança de triângulos ou análise de proporções, podemos deduzir a relação (onde **B** é a distância do nosso olho até o objeto distante):

$$\frac{A}{T} = \frac{B}{R}$$

a- Usando esse processo, determine a **distância** de você até um objeto distante que você escolher, cujo tamanho você conhece (se for dentro de uma sala de aulas, você poderá usar, por exemplo, uma cadeira colocada junto ao quadro).

b- Repita o processo mas agora para calcular o **tamanho** de um objeto distante cuja distância até ele você conhece.

c- Pense em algumas aplicações desse processo.

---

**NOTA:** Pensar em questões experimentais que podem ser extraídas do livro “*Sebastiana quebra-galho - Um Guia Prático para o Dia-a-Dia das Donas de Casa*”, de Nenzinha M.Salles. Exemplo: “*Como limpar o forno do fogão? Coloca-se um pratinho com amônia dentro do forno deixando-o lá por algum tempo; depois, retira-se o pratinho e passa-se um pano nas paredes do forno e ele se tornará bem limpo*”. Nossa questão: explicar isso!



## AS ÓRBITAS SÃO ELÍPTICAS!

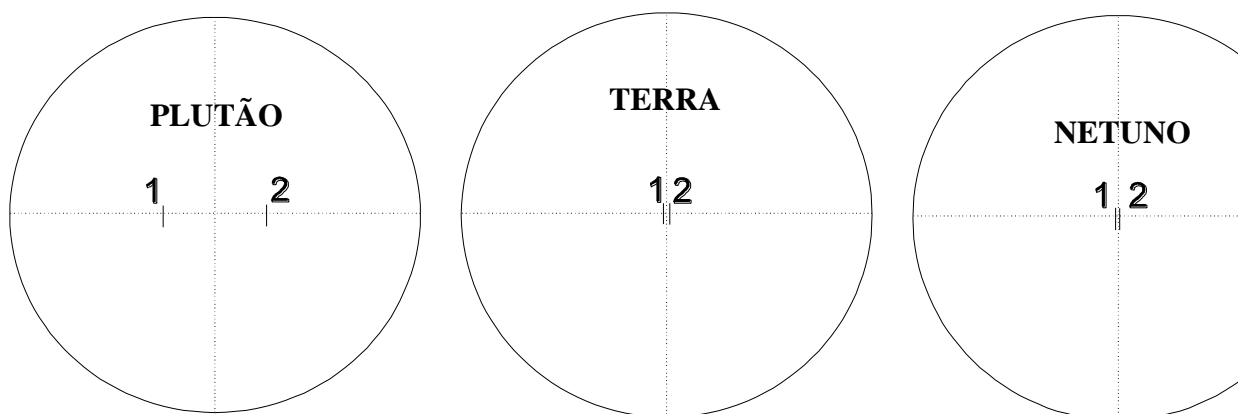
Uma atividade prática interessante que foi realizada na forma de um projeto de aprendizagem e que quase nunca se faz com os alunos é a de desenhar as órbitas dos planetas do Sistema Solar, em escala. Tradicionalmente, essa atividade não é considerada *relevante*, pois não acrescenta, como se diz, nenhum conhecimento estrutural.

Realizamos essa atividade com alunos da 1ª série do Ensino Médio do Colégio Técnico da UFMG. Foi proposto aos alunos o desafio de desenhar as órbitas dos planetas, em escala, em folhas de cartolina. Eles tiveram que pesquisar os valores conhecidos de distâncias e de excentricidades das órbitas. *Excentricidade* é a grandeza que mede o quanto a elipse é acentuada; excentricidade nula significa acentuação elíptica nula, ou seja, a curva é o círculo; excentricidade igual a 1 significa acentuação elíptica extrema, tal que a curva se reduz a um segmento de reta.

Foi interessante observar um sentimento de surpresa por parte dos alunos diante do fato das elipses se mostrarem muito menos acentuadas do que eles imaginavam, sendo "praticamente circulares", como mostram as reproduções colocadas a seguir.

Nas figuras abaixo, foram escolhidas escalas diferentes de modo que os perfis das elipses fiquem comparáveis. O objetivo era apreciar o grau de acentuação das órbitas, isto é, as suas excentricidades.

- a é o semieixo maior da elipse (horizontal, nessas figuras), sendo considerado também o raio médio da órbita. A excentricidade é a razão entre a distância focal (**f**) da elipse (distância dos focos até o centro da elipse) e o valor de a.
- O valor do semieixo menor b da elipse pode ser deduzido a partir desses valores, usando a equação da elipse. O círculo é o limite da elipse, com  $Exc.=0$ , os dois focos coincidindo-se no centro da curva e os dois semieixos tornando-se o raio do círculo.
- Nas figuras, os pontos 1 e 2 representam os dois focos da elipse.
- As figuras mostradas foram feitas em computador com escalas diferentes. No caso das atividades com os alunos, foi usado o "método do jardineiro" para a construção das elipses.



Plutão: a elipse  
mais acentuada.  
Exc. = 0,25  
a = 5,92 x 10e12m

Terra: nosso planeta.  
Exc. = 0,017  
a = 1,49 x 10e11m

Netuno: a elipse  
menos acentuada  
Exc. = 0,008  
a = 4,5x 10e12m

**As figuras mostram que as órbitas são praticamente circulares.**

O sol, com centro em um dos focos, teria o diâmetro da ordem de 0,006, 0,2 e 0,008 milímetros, respectivamente, para os diagramas relativos a Plutão, Terra e Netuno.

Essa atividade foi realizada de forma integrada com uma discussão de natureza histórica e filosófica acerca da perturbação e rompimento que significaram as Leis de Kepler frente aos dogmas da perfeição do círculo e da constância da velocidade no movimento natural dos corpos celestes, existentes na época, cujos pormenores podem ser encontrados na literatura sobre História e Filosofia da Ciência<sup>3</sup>. Essa discussão dificilmente se realizaria com o mesmo nível de "vibração", sem que os alunos tivessem passado pela experiência de desenhar as elipses planetárias e sentido a surpresa mencionada.

A.Koestler localiza a origem do "dogma circular" na filosofia grega, referindo-se a Platão, o qual, "por um processo de raciocínio metafísico e a priori", chegou à conclusão de que a forma do mundo devia ser a de uma perfeita esfera e todo movimento devia realizar-se em círculos perfeitos e com velocidade uniforme. Através de Aristóteles, a ideia do movimento circular transformou-se em dogma.

---

<sup>3</sup> Uma discussão sobre o dogma do círculo pode ser encontrada em: Moura, Dácio G. – *A dimensão lúdica no ensino de ciências*, Tese de doutorado, Capítulo 1, Faculdade de Educação da USP, São Paulo, 1993. (Disponível nas bibliotecas da Fac. Educação da UFMG e CEFET-MG campus 2).

## LISTA DE MATERIAIS

- 12 Revistas
- 12 Velas
- Espelhos planos
- Fósforo
- Réguas 30 cm
- Trena
- Transferidor
- Fita crepe
- Rolo de Barbante
- Lentes
- Cornetas
- Folhas de papel A4, cartolinas, papelão 1m
- Tesouras
- Canetas hidrocor
- Clipses
- Grampeador
- 24 Copos de plástico de café
- Gominhas
- Torre de Hanói
- Garrafas e rolha menor (ou equivalente)
- Brinquedo bola de fio de borracha
- Livro ou catálogo
- Bolas de ping-pong
- Preguinhas e alicate-martelo