

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FÍSICA GLEB WATAGHIN
CURSO DE FÍSICA**

RELATÓRIO FINAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Solucionando um desafio com auxílio de atividades experimentais

F 690 – Iniciação Científica II
Professor Coordenador: Prof. Dr. José Joaquín Lunazzi
Professor Orientador: Prof. Dr. Fernando Paixão
Discente: Ricardo Yaguti - 094406

1º semestre de 2013

Sumário

1.	RESUMO	3
2.	INTRODUÇÃO.....	3
3.	OBJETIVOS.....	3
4.	METODOLOGIA	3
5.	RESULTADOS ATINGIDOS	4
1.	Fases da Lua	4
5.1.a.	Materiais.....	5
5.1.b.	Descrição.....	5
2.	Câmara Escura	6
5.2.a	Materiais.....	6
5.2.b	Montagem Experimental 1	7
5.2.c	Montagem Experimental 2.....	8
5.2.d	Descrição.....	10
3.	Sombra e Penumbra.....	11
5.2.a	Materiais.....	11
5.2.b	Montagem Experimental.....	11
5.2.c	Descrição.....	12
6.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	13
7.	CONCLUSÃO.....	14
8.	DIFICULDADES ENCONTRADAS	15
9.	PESQUISA REALIZADA	15
10.	DECLARAÇÃO DO ORIENTADOR.....	15
11.	REFERÊNCIAS	15
12.	Apêndices	16
12.1.	Apêndice A – O desafio.....	16
12.2.	Apêndice B – Imagens.....	18
13.	HORÁRIO PARA APRESENTAÇÃO DE PAINEL.....	18

1. RESUMO

Este trabalho relata algumas atividades experimentais direcionadas a estimar o tamanho do Sol em comparação com a Terra e a Lua. Os experimentos descritos abordam diretamente os conceitos envolvidos para seguir a linha de raciocínio devida para solucionar o desafio (Apêndice A). Dessa forma, os alunos tomaram como base os fenômenos estudados e, com auxílio de ferramentas matemáticas, puderam concluir o mesmo que Aristarco de Samos, ou seja, o Sol não poderia orbitar o sistema Terra-Lua.

2. INTRODUÇÃO

Tratando-se de aprendizagem, é imprescindível mencionar que o conhecimento é construído pelo próprio indivíduo mediado pelo professor encorajador, ou seja, que tenha a capacidade de desafiar e conduzir os alunos colocando-os em posição de reflexão. Dessa forma, conceitos e definições desenvolvidos pelos próprios alunos entram em um processo de aprimoramento, ou seja, o desenvolvimento intelectual gera uma substituição e *equilibração* (termo utilizado por Piaget que consiste na coordenação e internalização das ações de um indivíduo sobre os objetos do mundo) dos esquemas cognitivos do aluno [1].

Portanto, cabe ao professor desenvolver métodos didáticos eficazes, capazes de fazer seus alunos construir conhecimento sobre os fenômenos da Natureza. O uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física, é apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar física [2,3].

3. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo apresentar a solução de um desafio solucionado por alunos de diferentes séries do Ensino Médio e Fundamental com o auxílio de professores que ministrarão experimentos para nortear os estudantes. O trabalho descreverá a linha de raciocínio criada pelos alunos e professores através de atividades experimentais, na sua maioria, qualitativas, que visam dar sentido no assunto investigado.

4. METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido no Instituto de Física Gleb Wataghin (IFGW), no curso de graduação em Física (Licenciatura) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

As atividades experimentais foram realizadas na E.E. Aníbal Freitas, localizada em Campinas, através do Programa Institucional de Bolsa a Iniciação a Docência (PIBID). O programa concede bolsas a alunos de licenciatura participantes de projetos de iniciação à docência desenvolvida por Instituições de Educação Superior (IES) em parceria com escolas de educação básica da rede pública de ensino [7].

O programa estabelecido propôs que os alunos que frequentaram as aulas do PIBID consigam solucionar o desafio (Apêndice 1) lançado pelo Professor Fernando Paixão, do Instituto de Física Gleb Wataghin. Para resolver este desafio foi muito importante desenvolver assuntos relacionados à História da Ciência, visto que esse problema foi realmente estudado a mais de 2000 anos atrás por Aristarco de Samos, onde o debate da época girava em torno do movimento do Sol em torno da Terra e que Aristarco duvidava disso, mas que de fato a órbita levando em consideração o referencial inercial terrestre, mas o que não consideravam é que esse sistema poderia e deveria ser analisado de outro referencial, por sua vez, não inercial, por um observador fora da Terra. A contribuição histórica para o ensino, segundo Matthews, M. R., motiva e atrai os alunos, humaniza a matéria, demonstra que a ciência é mutável e instável, promove uma compreensão melhor dos conceitos e métodos científicos [4].

Durante as aulas, a turma foi dividida em quatro grupos de aproximadamente oito integrantes de diferentes séries. A sequência lógica do raciocínio que os alunos deveriam traçar foi determinada pelos bolsistas, onde cada um dos quatro ficou com um grupo. Dessa forma, o contato entre aluno e professor foi mais intenso, facilitando o processo de ensino-aprendizagem.

Os assuntos tratados para solucionar o desafio foram: Fases da Lua, Princípio de Propagação Retilínea da luz, Trigonometria, Geometria, Proporções e como consequência de todos os fatos, Teoria Heliocêntrica e Terceira Lei de Newton. Essa sequência de conceitos e aplicações foi estruturada de maneira cuidadosa, visto a turma não era homogênea, ou seja, não estavam no mesmo nível escolar. Portanto, é de extrema importância organizar os conceitos envolvidos nas aulas, e principalmente, nas experiências, pois para facilitar a fixação de conceitos é necessária uma sequência lógica, além de determinar que certos conceitos são pré-requisitos para a aprendizagem de outros, os quais devem sucedê-los. Essa estruturação é chamada de Hierarquização Conceitual que parte de conceitos isolados que posteriormente relacionam entre si [5].

As descrições das atividades, bem como seus resultados serão transpostos no item a seguir, lembrando que eles estarão na ordem de raciocínio que os bolsistas e professores coordenadores estruturaram para a solução do desafio.

5. RESULTADOS ATINGIDOS

A solução do desafio (Apêndice A) é apresentada na referência [6], com enfoque na Geometria, visto que esse trabalho foi realizado no Instituto de Matemática e Estatística da UNICAMP em 2006.

5.1. Fases da Lua

O conceito inicial que os alunos precisam saber é sobre as posições de cada elemento no sistema Lua-Terra-Sol para cada fase da Lua, portanto, a primeira atividade experimental realizada no projeto, foi representar a disposição dos astros nas fases Nova, Crescente, Cheia e Minguante da Lua. O experimento realizado é semelhante ao realizado e descrito no trabalho da referência [8].

5.1.a. Materiais

- Esfera de isopor de ~20cm de raio (Lua)
- Lanterna
- Sala grande e escura

5.1.b. Descrição

Cada bolsista realizou a experiência com seu respectivo grupo (desse modo, relatarei apenas o que ocorreu com meus alunos). A sala que tínhamos não era tão grande como realmente precisávamos, mas conseguimos utilizar o espaço necessário, outro fator que influenciou nos resultados foi a claridade que entrava na sala, o ideal seria realizar a atividade na mais intensa escuridão, mas não isso não foi possível.

Dos oito alunos que participavam do meu grupo, separei-os em dois conjuntos de quatro, onde uma metade assistia a apresentação do referencial da Terra (Aluno T na Figura 1) e a outra metade assistia de um referencial fora do sistema Lua-Terra-Sol. Representei o movimento da Lua (Aluno L da Figura 1) e outra bolsista nos ajudava segurando a lanterna, representando o Sol (Aluno S da Figura 1). Após a “Lua” realizar uma volta em torno da “Terra”, trocamos os grupos, dando oportunidade de todos observarem de diferentes referenciais.

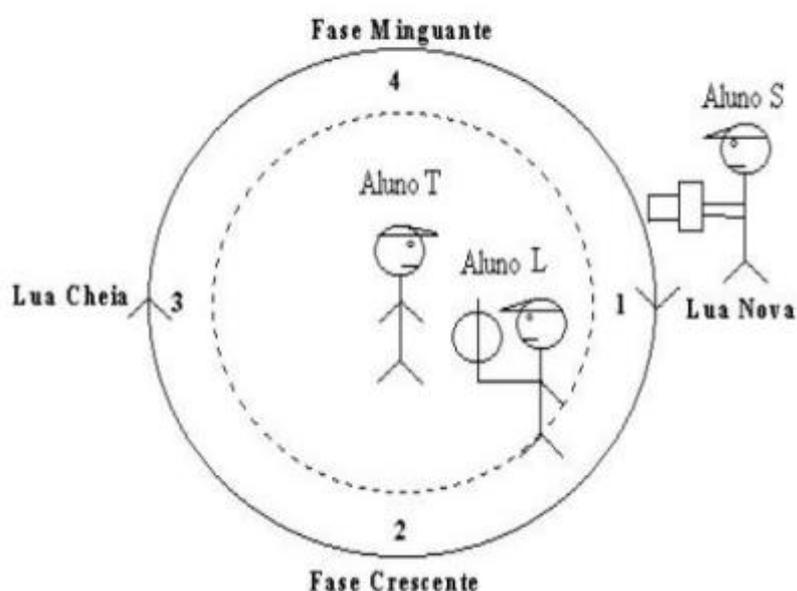


Figura 1: Representação da atividade realizada.

A principal observação que deveria ser criada na cabeça dos alunos foi reparar na disposição dos astros para cada fase, principalmente para as fases Crescente e Minguante, pois essa configuração é essencial para a solução do problema. Desse modo fiz o seguinte comentário:

- Notem que de um referencial fora desse sistema, a Terra, a Lua e o Sol formam uma figura geométrica.

Imediatamente, uma aluna argumentou:

- Um triângulo!
- Sim, na verdade uma infinidade de triângulos, conseguem ver? Mas com qual deles seria melhor trabalharmos?

Não tão imediatamente, surgiram respostas:

- Isósceles! Retângulo!

A fim de filtrar mais as respostas:

- Com qual desses temos mais relações trigonométricas?
- O triângulo retângulo.
- Quais?
- Pitágoras!

- Mais alguma? – Retruquei - Lembre-se que nesse caso seria difícil trabalhar com os lados desses triângulos, até porque é o nosso objetivo descobrir algo sobre esses lados.

- Ângulos? – Perguntou a aluna.

- Sim, mas de que forma podemos determinar e utilizar esse ângulo?

A aluna não conseguiu responder essa pergunta.

Nessa passagem foi possível traçar o caminho desejado e esperou-se que a aluna procurasse investigar, a partir desse ponto, os conceitos necessários para conseguir relacionar lados e ângulos de um triângulo retângulo. O fato de ela mencionar o Teorema de Pitágoras foi interessante, pois notou a importância que esse triângulo tem na Matemática.

5.2. Câmara Escura

O conceito abordado nesse experimento parece ser trivial, mas é essencial para validarmos toda a Óptica Geométrica. O Princípio de Propagação Retilínea da Luz é um fenômeno que permitiu que Aristarco considerasse que os feixes de luz formariam um triângulo retângulo no sistema Lua-Terra-Sol durante a Lua Minguante/Crescente.

5.2.a Materiais

- Caixa de papelão (12 x 11 x 9) cm
- Tubo de papel toalha
- Papel cartão preto
- Papel vegetal
- Papel alumínio
- Sacola plástica
- Régua
- Tesoura
- Fita adesiva
- Cola

5.2.b Montagem Experimental 1

A montagem da câmara é simples e intuitiva, mas requer certos cuidados, é necessário cobrir a parte interna da caixa para que somente a luz que entrar pelo furo incida no anteparo, além de que esse furo (localizado no lado oposto ao anteparo) deve ser grande o bastante para entrar luz suficiente sem distorcer a imagem. A Figura 3 permite ver que a mascara de papel vegetal é móvel, o que facilitando o estudo da montagem.

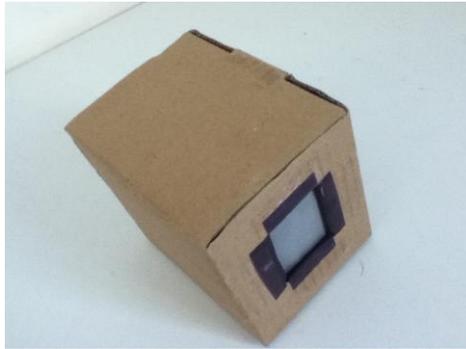


Figura 2: Câmara escura pronta



Figura 3: Câmara aberta desmontada



Figura 4: Imagem invertida projetada no anteparo

5.2.c Montagem Experimental 2

Para melhor estudarmos o fenômeno e diversificar os experimentos, foi apresentada outra câmara escura. Essa foi montagem é mais fácil de ser realizada, pelo fato dos materiais serem comuns e baratos. É possível ver uma câmara semelhante a essa no site da referência [9] oferecido pelo Professor Doutor José Joaquín Lunazzi.



Figura 5: Furo no papel alumínio envolvido em um extremo do tubo para entrada da luz



Figura 6: Anteparo translúcido feito de sacola, foi conveniente utilizar esse material, pois a o papel cartão vedou e esticou o plástico como necessário, o que seria complicado fazer com papel vegetal.

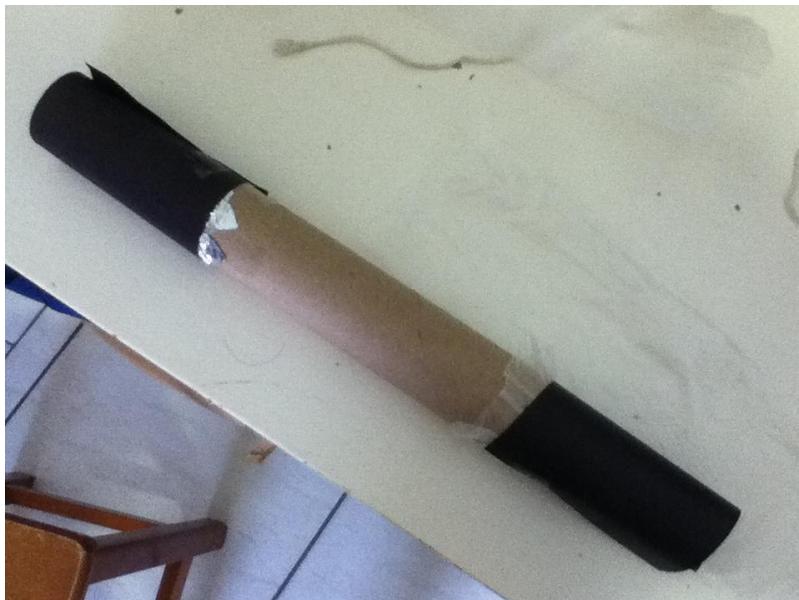


Figura 7: Câmara montada. Os rolos em preto foram feitos com papel cartão para limitar a entrada de luz nas extremidades.



Figura 8: Imagem invertida projetada no anteparo

5.2.d Descrição

A atividade realizada com os alunos foi uma simples apresentação das câmaras. Foi utilizada uma sala com luz limitada, o que facilitou a visualização da imagem do objeto luminoso (lanterna com máscara adaptada, Apêndice B), o que causou grande vislumbamento por parte dos alunos e comentários do tipo: “A seta está invertida?”. Porém, preferimos não responder essa pergunta, até porque quando fizessem suas próprias câmaras escuras, concluiriam sozinhos esse fenômeno. Não é difícil assimilar o conceito de que a luz caminha em linha reta, até porque, intuitivamente, quando localizamos em um sistema, uma sombra, um anteparo e uma fonte de luz, o trajeto que a luz faz, só pode ser retilíneo, mas sabendo disso quisemos explorar mais esse fenômeno com esse experimento.

Após muito tempo de investigação do experimento, propomos que eles criassem uma câmara escura e apresentassem para a classe, durante as exposições, fizemos diversas perguntas relacionadas ao Princípio de Propagação Retilínea da Luz, tais como: “Por que a seta inverteu?”. “O tamanho do furo interfere aonde na imagem? E o comprimento da câmara? E a distância do objeto a câmara?”. “Qual a semelhança dessa câmara e olho humano? Por que não vemos as coisas invertidas?”

Durante a apresentação, todos os grupos responderam as questões sem muito esforço, alguns constataram que a imagem se invertia ao entrar na câmara por própria investigação do experimento, assim como o aumento da mesma conforme a aproximação do objeto ao furo. Além de assimilarem facilmente a comparação da câmara escura e o olho humano.

Com esse experimento, introduzimos o assunto de Óptica Geométrica, porém, não nos aprofundamos nisso, por que o objetivo da atividade foi apenas concretizar o comportamento macroscópico da luz, sua propagação. Desse modo,

os alunos visualizaram mais facilmente o triângulo retângulo no sistema Lua-Terra-Sol no período de Lua Minguante/Crescente.

5.3. Sombra e Penumbra

O conceito abordado nesse experimento foi o fenômeno da sombra e da penumbra, ocasionados por fontes luminosas pontuais e extensas, com o objetivo de problematizar e discutir a incidência dos raios solares na superfície terrestre, visto que o Sol é enorme e não está longe o suficiente para ser considerado como uma fonte pontual, e sim uma fonte extensa gerando sombra e penumbra em determinadas regiões da Terra durante o fenômeno do Eclipse Solar em particular.

5.3.a Materiais

- Caixa de papelão
- Papelão
- Lanterna (de preferência divergente de uma lâmpada)
- Papel sulfite

5.3.b Montagem Experimental

A montagem é simples e de execução fácil. É necessário utilizar a caixa sem tampa superior para melhor visualização, foi feita uma fenda considerável em um canto da caixa simulando a fonte extensa, alheio a isso, uma máscara móvel com um furo para simular a fonte pontual, desse modo é possível estudar os dois fenômenos.

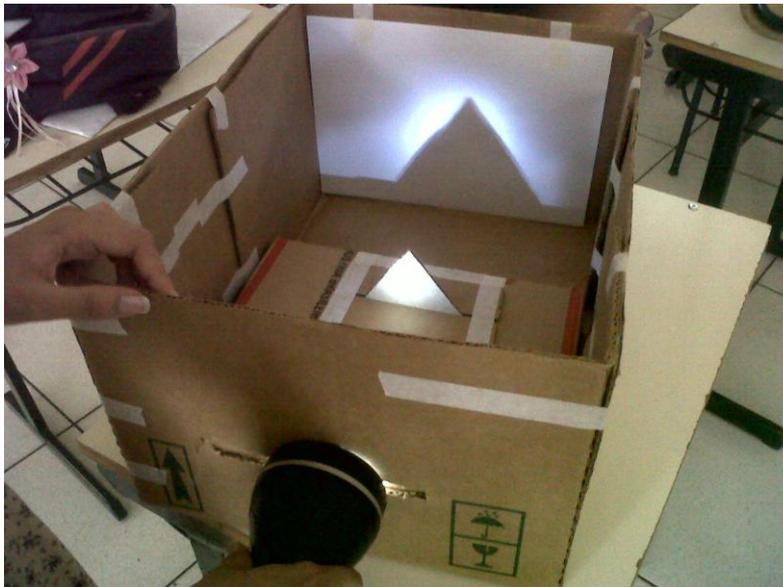


Figura 9: Experimento montado com Fonte Pontual.



Figura 10: Experimento montado com Fonte Extensa

Na Figura 9 foi explorado o fenômeno da sombra, onde só é ocasionada se o obstáculo for iluminado por uma fonte pontual, portanto, a fenda por onde está sendo inserida a luz emitida pela lanterna foi conectada a máscara com um furo, simulando a emissão de luz por um ponto, observando que a sombra está bem definida. Enquanto que na Figura 10, é possível ver a aparição da penumbra, onde a incidência de luz é parcial, criando regiões onde há uma iluminação limitada.

5.3.c Descrição

O experimento se resumiu basicamente na investigação dos alunos em observar as principais diferenças entre as imagens projetadas no anteparo devido à iluminação por uma fonte pontual e uma fonte extensa. O resultado da experiência seria mais satisfatório se fosse utilizado uma lanterna de apenas uma lâmpada e que divergissem seus raios, porém, a lanterna utilizada não impediu que os alunos observassem a diferença entre as fontes.

De forma análoga aos fenômenos apresentados no experimento, fizemos um paralelo para o sistema Lua-Terra-Sol durante um suposto Eclipse Solar, problematizando a associação de sombra e penumbra com o Eclipse Solar Parcial e Total. A ilustração apresentada pelos alunos girou entorno da ilustração representada na Figura 11.

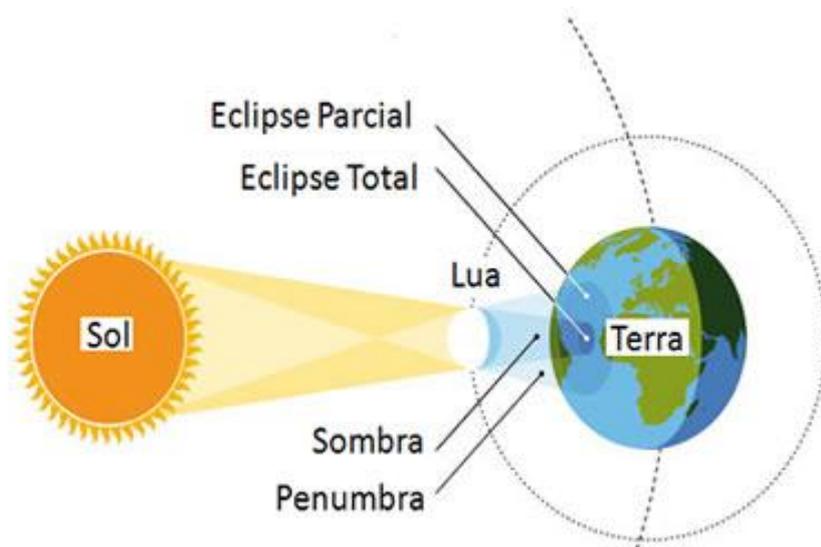


Figura 11 [11]: Representação do sistema Lua-Terra-Sol durante o Eclipse Solar.

Desse experimento e sua aplicação real, focamos a atenção dos alunos nas regiões da Superfície da Terra que presenciarão Eclipse, tanto Parcial como Total, pois durante o Eclipse Total, a Lua cobre totalmente a iluminação do Sol, dando a entender que os diâmetros se equivalem e que posteriormente, foi possível definir uma relação entre os volumes desses astros. Isso foi fundamental para as consequências obtidas por Aristarco.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após aproximadamente um semestre trabalhando os conceitos necessários para a resolução do desafio proposto, o problema foi entregue e os alunos, onde tiveram uma semana para solucioná-lo, a sala foi dividida em quatro grupos e nenhum conseguiu resolver o desafio de forma integral, porém, foram capazes determinar o valor de ϕ , que é o ângulo do vértice que a Terra se encontra durante a Lua Minguante/Crescente. Com o auxílio dos bolsistas, conseguiram determinar as outras relações, conforme a Tabela 1.

	Valor de ϕ , em graus	Relação entre distâncias S (Terra-Sol) e L (Terra-Lua)	Relação entre V_S (Volume do Sol) e V_L (Volume da Lua)
Grupo 1	87	$S = 20.L$	$V_S = 8000.V_L$
Grupo 2	87	$S = 20.L$	$V_S = 8000.V_L$
Grupo 3	84	$S = 10.L$	$V_S = 1000.V_L$
Grupo 4	87	$S = 20.L$	$V_S = 8000.V_L$

Tabela 1: Resultados apresentados pelos grupos

Os grupos 1, 2 e 4 obtiveram valores iguais, pois conseguiram encontrar valores mais precisos para os períodos do Ciclo Lunar (~29,5 dias) que corresponde a 360° e para o tempo que a Lua demora entre as fases Minguante e Crescente (~14,25 dias) que corresponde a 2ϕ . Enquanto que o Grupo 3 não pesquisou e supôs valores baseados nos estudos sobre as Fases da Lua, onde supuseram que o Ciclo Lunar dura 30 dias e o período entre as fases Minguante e Crescente são pouco menores que a metade, aproximadamente 14 dias, desse modo a relação entre as distâncias foram diferentes do restante dos grupos. Porém, ao determinar a relação entre os volumes do Sol e Lua, essa diferença foi irrelevante, visto que a conclusão final é de que o Sol é muito maior que a Lua e que um corpo com mais massa não pode orbitar um corpo de menos massa. Portanto, o fato do Grupo 3 não ter considerado os períodos mais exatos foi irrelevante para as consequências do estudo.

Semanalmente, era entregue aos alunos cerca de oito perguntas sobre o assunto que estudavam, isso trouxe muito benefício a eles, visto que sempre traziam pesquisas feitas em casa, assim como imagens que eles mesmo registravam da Lua. Realizavam apresentações constantemente em que os bolsistas avaliavam a assimilação do conteúdo. De maneira esperada, alguns alunos se destacavam mais que os outros, porém, de forma geral todos sabiam do que se tratava o estudo, mas nem todos tinham pleno conhecimento do que estavam falando.

Não foi possível discutir as respostas da pergunta 6 do desafio (Apêndice A) por falta tempo, mesmo percebendo que os alunos trouxeram pesquisas relativas as Leis de Newton. Até porque envolve uma discussão longa e delicada.

7. CONCLUSÃO

Os alunos tiveram rendimento satisfatório. Apesar de pecarem na questão formal do problema, assimilaram os conceitos sobre Fases da Lua e a disposição dos elementos do sistema Sol-Terra-Lua em cada fase, inclusive durante os fenômenos de Eclipse Lunar e Solar.

O ponto mais delicado do curso foi notar a defasagem matemática que a maioria dos alunos apresentou, só não conseguiram solucionar o desafio de forma integral por não terem familiaridade e domínio das ferramentas matemáticas necessárias. Apenas dois grupos chegaram à relação trigonométrica “ $\cos(\phi) = L/S$ ” que relaciona as distâncias Terra-Lua (L) e Terra-Sol (S), a montagem da Regra de Três envolvendo períodos da Lua e sua varredura angular também apresentou preocupações, mesmo com os dados necessário em mãos, dois grupos não foram capazes de montá-las sem auxílio do bolsista, ou seja, boa parte de uma sala de aula não sabe utilizar e organizar uma Regra de Três.

Outra passagem matemática preocupante foi o manuseio da equação que relaciona as distâncias S (Terra-Sol) e L (Terra-Lua). O fato de eles precisarem isolar uma variável dessa, no caso o S, foi motivo para boa parte desistir. Nenhum grupo foi capaz de achar a relação entre os volumes, ou seja, o conceito de proporcionalidade também não é bem definido para eles. Porém, notaram que uma simples mudança nas distâncias envolvidas, a razão entre os volumes se

altera de forma cúbica, desse modo concluíram o mesmo que Aristarco de Samos, o Sol não poderia orbitar o sistema Terra-Lua.

Portanto, pude concluir que os alunos necessitam de uma preparação muito melhor no quesito quantitativo. Na resolução apresentada por eles pude registrar problemas com Relações Trigonométricas, montagem de Regra de Três, divisões de frações e Proporcionalidade. Além de perceberem o que a equação “ $S = 20.L$ ” poderiam representar qualitativamente. Porém, após a ajuda dos bolsistas nessa interpretação, a equação “ $V_S = 8000.V_L$ ” foi analisada corretamente pelos alunos. Ou seja, o resultado do trabalho foi prejudicado pela defasagem matemática apresentada pelos alunos.

8. DIFICULDADES ENCONTRADAS

Os alunos apresentaram muitas dificuldades para utilizar ferramentas matemáticas de forma adequada.

9. PESQUISA REALIZADA

Palavras-chave utilizadas: Aristarco de Samos, fases da lua, propagação retilínea da luz, câmara escura, sombra penumbra, eclipse solar.

10. DECLARAÇÃO DO ORIENTADOR

Por mais que os alunos tivessem dificuldades na parte formal do problema, o projeto com um todo foi muito satisfatório, visto que os alunos compreenderam certos conceitos e fenômenos ligados ao desafio. Mesmo que a fração de alunos que participaram das atividades foi pequena, tenha certeza que esse aprendizado foi absorvido pelos estudantes.

11. REFERÊNCIAS

- [1] Rosalind, D., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & P., S. (1993). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Research*, 23, 5-12.
- [2] Araújo, M. S., & Abib, M. L. (2003). Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25, 176-194.
- [3] Moraes, A. M. (2000). A avaliação conceitual de força e movimento. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 22, 232-246.
- [4] Matthews, M. R. (1995). História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de Reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*.12, 164-214.

[5] Pacheco, D. (1990). Um Problema no Ensino de Ciências: Organização Conceitual do Conteúdo ou Estudo dos Fenômenos. Faculdade de Educação. UNICAMP.

[6] <http://www.ime.unicamp.br/~eliane/ma241/trabalhos/astronomia.pdf>
Relatório da disciplina MA 241 – Geometria Descritiva e Desenho Geométrico de 2006. ministrado pela Professora Doutora Eliane Quelho Frota Rezende do Instituto de Matemática e Estatística (IME) da UNICAMP.

[7] <http://www.capes.gov.br/educacao-basica/capespibid>
Site da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior) sobre o PIBID (Programa Institucional de Bolsa a Iniciação a Docência).

[8] http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_s em1_2004/008144Ariane_Dirceu_F809_RF.pdf
Relatório final da disciplina F809 – Instrumentação para o Ensino. Escrito por Ariane Milani Lopes, orientada pelo Professor Doutor Dirceu da Silva da Faculdade de Educação (FE) da UNICAMP.

[9] http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/pagina_EaF/Modulo_V_Optica_Geometrica/Modulo_V.htm#5.1_C%20meras_de_furo_tipo_caixa_e_tipo
Site com experimentos do Módulo V: Óptica Geométrica do Professor Doutor José Joaquín Lunazzi do Instituto de Física Gleb Wataghin, UNICAMP.

[10] http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_s em1_2002/981090Fabio_Lunazzi_CameraRF.pdf
Relatório Parcial da disciplina F809 - Instrumentação para o Ensino. Escrito por Fábio Cupri Rinaldi, orientado pelo Professor Doutor José Joaquín Lunazzi do Instituto de Física Gleb Wataghin, UNICAMP.

[11] <http://www.brasilecola.com/fisica/sombra-penumbra.htm>
Link de onde foi retirada a imagem.

12. Apêndices

12.1. Apêndice A – O desafio

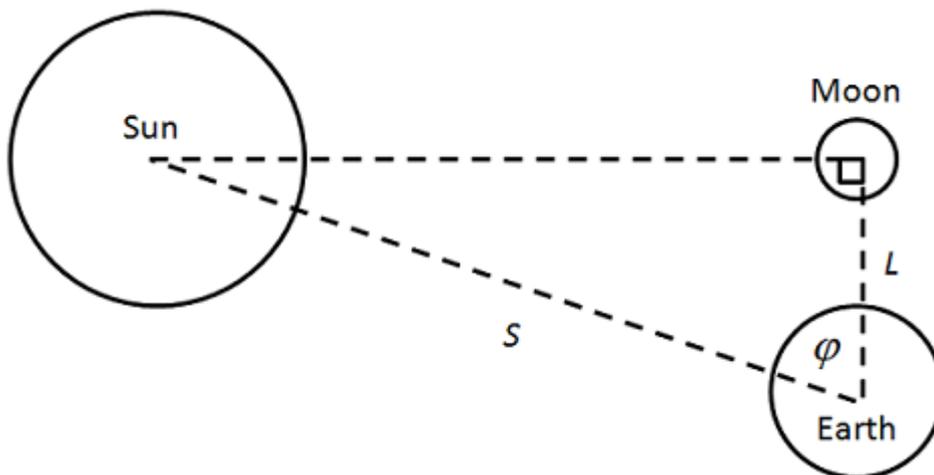
Como é que sabemos que o Sol é muito grande? Quais as consequências deste fato?

Hoje nós temos uma grande quantidade de informações sobre o universo. Estimam-se em centenas de bilhões o número de galáxias no universo que, por sua vez, são formadas por centenas de bilhões de estrelas, tais como o Sol. As últimas décadas foram muito ricas em novas informações pelo desenvolvimento

de instrumentos capazes de observar o céu com muita precisão. Um deles é o Hubble, um telescópio colocado acima da nossa atmosfera para poder observar melhor.

Entretanto, as primeiras informações consistentes com que as possuímos hoje datam de pouco mais de 2.000 anos atrás. Foi então que começou a ser esboçada a concepção de que o universo é formado por galáxias que por sua vez são formadas por estrelas que estão cercadas por objetos menores, como planetas, satélites ou cometas. Esta concepção veio a se contrapor a concepção Geocêntrica que imaginava a Terra como centro do universo.

Uma das evidências, que ficou inexplicada por séculos, foi percebida por Aristarco de Samos ao medir a distância entre a Terra e o Sol. Como é que ele obteve esta informação já que sequer tinha uma luneta? Ele se aproveitou de um dia sem nuvens e com a presença da Lua Minguante. Se você prestar atenção é possível ver a Lua durante alguns dias no mês. Aristarco utilizou o dia em que metade da Lua esta iluminada. Neste dia o triângulo formado pela Terra, Lua e o Sol é **retângulo**. Estando ele na Terra pode medir o ângulo " φ " entre o lado que liga a Terra ao Sol, com o lado que liga a Terra com a Lua.



1. Como você pode utilizar os seus conhecimentos de geometria para obter a razão entre a distância entre a Terra e a Lua, um dos catetos, e a distância da Terra ao Sol, a hipotenusa?
2. Sabendo que a Lua varre 360° durante um ciclo, pesquise ou observe quanto tempo dura um ciclo e quanto tempo a Lua demora para passar de Minguante para Crescente. Mostre que ela varre " 2φ " nesse intervalo, isso lhe dará uma Regra de Três fundamental.
3. Com o valor de " φ " em mãos, quantas vezes a distância Terra-Sol, S , é maior que a distância Terra-Lua, L ?
4. Como o Sol e a Lua aparecem para nós aproximadamente do mesmo tamanho e o volume de uma esfera é proporcional a R^3 , utilize o

resultado anterior para estimar quantas vezes o Sol é maior do que a Lua?

Com estes dois resultados Aristarco concluiu que o Sol não poderia girar em torno da Terra e foi um dos primeiros a propor o modelo heliocêntrico.

- 5. Você conhece a Teoria Geocêntrica? E a Teoria Heliocêntrica? Do que se tratam?*
- 6. Você conhece as leis de Newton? Como você pode utilizá-las para explicar esta concepção de que ao olhar uma estrela e seus planetas a estrela fica no meio e os planetas giram em torno dela?*

Apêndice B – Imagens



Objeto luminoso para ser visto com câmara escura

13. HORÁRIO PARA APRESENTAÇÃO DE PAINEL

Quinta-Feira dia 13 de junho das 17-19 h