

## NOVA PROPOSTA CURRICULAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: COMEÇANDO PELA ASTRONOMIA

### NEW CURRICULUM PROPOSAL OF THE STATE OF RIO DE JANEIRO: STARTING FOR ASTRONOMY

Lolita Lutz<sup>1</sup>, Thamiris Ranquine<sup>1</sup>, Thalita Ramos<sup>1</sup>, Frederico Ramos<sup>2</sup>,  
Marcos Corrêa da Silva<sup>1</sup>, Daniel Neves Micha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca Campus Petrópolis, Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) – CAPES, fisicaflmtt@gmail.com

<sup>2</sup> Colégio Estadual Dom Pedro II, Petrópolis, RJ, fred.fisica@uol.com.br

#### Resumo

*O novo currículo mínimo de física do Estado do Rio de Janeiro traz na cosmologia e na astronomia a introdução de sua abordagem sobre o universo físico. Entender o universo físico do macro para o micro, a nova proposta para os três anos do ensino médio, pode trazer muitas vantagens para o educando, pois o integra com os fenômenos naturais de seu cotidiano e o ajuda a entender a tecnologia dos dias atuais. Esse trabalho tem por objetivo refletir sobre episódios de ensino de astronomia que corroboram a proposta do novo currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro, quando realizada na realidade específica de uma turma de primeiro ano do ensino médio. A proposta curricular em questão traz uma abordagem da física para primeiro ano do Ensino Médio que inicia pela astronomia, enfatizando competências e habilidades que permitam compreender desde conceitos da mecânica newtoniana até elementos de física moderna. Diante desse cenário uma equipe composta pelo professor da disciplina física no ensino médio, e alguns alunos de licenciatura, todos integrantes do PIBID do CEFET/RJ Campus de Petrópolis sob a orientação de professores atuantes nessa mesma licenciatura, compuseram um grupo para trabalhar em estratégias de ensino de astronomia e pesquisar a realidade em questão. Esse grupo construiu propostas colaborativas, visando à compreensão dos fenômenos astronômicos por meio da leitura de textos, observação e construção de modelos, tais como o modelo do sistema Sol – Terra - Lua, apresentação de simulações. Para enriquecer a reflexão e compreensão sobre todo o processo foi realizada ,ainda, a aplicação de questionários. Nessas atividades, buscamos contribuir para que os alunos pudessem compartilhar seus saberes sobre o mundo, interagindo entre si, com o professor e com o conteúdo, desenvolvendo assim, as competências e habilidades propostas no currículo mínimo, privilegiando a Ciência como uma construção humana.*

**Palavras-chave:** Currículo Mínimo; Astronomia no Ensino Médio; Sistema Sol-Terra-Lua; Experimento de baixo custo.

#### Abstract

*The new minimum curriculum in physics from the State of Rio de Janeiro brings in cosmology and astronomy the introduction of its approach to the physical universe. Understanding the physical universe from macro to micro is the new proposal for the three years of high school and it can bring many advantages for the student that will be integrated with the natural phenomena of everyday life and understand the today's technology. This work aims to reflect on episodes of astronomy education that support the proposed new minimum curriculum of the state of Rio de Janeiro, when performed in the specific reality of a first year's class of high school. The curriculum in question brings an approach to physics for the first year of high school that starts in astronomy, emphasizing skills and abilities for understanding concepts from Newtonian mechanics to elements of modern physics. In this*

*scenario a team composed by the physics' teacher in high school and some undergraduate students, all members of the PIBID from CEFET / RJ Campus Petrópolis under the guidance of teachers working in the same degree, formed a group to work on strategies for the astronomy education and research the reality in question. This group has built collaborative proposals, aimed at the understanding of astronomical phenomena through reading texts, observations and model building, such as the model of the Sun - Earth - Moon, presenting simulations. To widen the debate and understanding about the whole process was carried out the application of questionnaires. In these activities, we seek to help the students to share their knowledge about the world, interacting with themselves, the teacher and content, thus developing the skills and abilities proposed in the minimum curriculum, focusing on Science as a human construction.*

**Keywords:** Minimum curriculum; Astronomy in the under graduation teaching; Sun – Earth – Moon system; Low cost experiment.

## INTRODUÇÃO

A educação e a escola brasileira vêm passando por mudanças nas últimas décadas. Um destaque marcante desse período foi a elaboração dos parâmetros curriculares nacionais (BRASIL, 2002), marca de uma mudança de paradigma. Muitas são as tentativas de repensar o ensino para que a aprendizagem tenha, de fato, significado para os estudantes. Nem sempre essas tentativas são bem sucedidas tanto na teoria quanto na prática.

Corroborando esse contexto, a secretaria de educação do estado do Rio de Janeiro implantou, no início de 2012, uma proposta de currículo mínimo para todas as disciplinas<sup>1</sup> (RIO DE JANEIRO, 2012).

Nesse trabalho, iremos apresentar algumas intervenções propostas para a implementação prática da proposta do currículo mínimo de Física para o 1º (primeiro) bimestre da 1ª (primeira) série do ensino médio do Colégio Estadual D. Pedro II, situado no município de Petrópolis, região serrana do Rio de Janeiro. Por meio de um trabalho colaborativo realizado no âmbito do PIBID, buscamos a elaboração de estratégias didáticas que se mostrassem interessantes numa abordagem do currículo de Física a partir das competências e não dos conteúdos.

A perspectiva trazida pela nova proposta curricular vai ao encontro das expectativas dos autores desse trabalho, de que as aulas de Física, focadas em fórmulas e resoluções de problemas sem sentido para nossos estudantes não pode mais ser tolerada, pelo menos quando se pensa o ensino médio como etapa conclusiva da educação básica, cujo objetivo é a formação de um cidadão crítico. Essa mesma proposta curricular foi elaborada privilegiando a Ciência como uma construção humana, permeada por conflitos sociais e culturais, não neutra. Para isso, a história dos modelos e teorias, bem como seus personagens, são bastante relevantes. A matemática está presente, e é apresentada também como uma parte integrante da Física.

A proposta da secretaria de educação para a elaboração desses currículos mínimos vai ainda ao encontro às atuais diretrizes da educação nacional, como os já citados Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

---

<sup>1</sup>Antes havia apenas orientações curriculares que se restringiam a uma lista de conteúdos, muitas vezes inspiradas em índices de livros didáticos.

Sendo o currículo idealizado um *currículo mínimo*, não aparecem alguns temas que, na visão dos autores da proposta, pouco contribuem para a formação de um cidadão crítico capaz de aprender a aprender, e de refletir sobre a sociedade. Por exemplo, conteúdos como cinemática e termometria não aparecem no currículo. Em contrapartida, foram incluídos temas considerados relevantes para essa formação, como as máquinas térmicas contextualizadas na primeira revolução industrial e temas de Física Moderna e Contemporânea.

## A ASTRONOMIA NO CURRÍCULO

O currículo mínimo propõe a astronomia como uma tentativa de aflorar competências para uma melhor abordagem da mecânica trabalhando os conceitos de ordem de grandeza utilizando medidas astronômicas, velocidade e aceleração por meio do movimento dos planetas, caráter vetorial da velocidade e da aceleração. Trabalha também conceitos de Física Moderna, ao passo que “ao começarmos com o estudo de cosmologia já poderemos falar de temas contemporâneos sem precisar esperar todo estudo da física clássica para fazê-lo” (RIO DE JANEIRO, 2012); além de proporcionar uma abordagem astronômica a partir de conceitos epistemológicos.

A compreensão das leis de Newton, que inclui a Lei da Gravitação Universal, fica facilitada através da contextualização proporcionada pela Astronomia, visto a necessidade de explicar o movimento dos corpos terrestres sobre uma Terra em movimento e de entender a razão pela qual existem corpos que giram em torno de outros. Como a Terra poderia se mover em torno do Sol sem perder a Lua? Explicar num universo helioestático o fato da Lua se manter em órbita em torno da Terra ou, como já havia observado Galileu, a órbita em torno de Júpiter dos seus satélites era um grande desafio. Ou seja, a aceitação do modelo copernicano de universo implicava a criação de uma nova física que explicasse os movimentos dos corpos terrestres e também dos celestes.

Que tem a ver, pode-se imaginar, a velocidade relativa da queda de objetos leves e pesados com um universo em que a Terra está em movimento, ou com o sistema anterior em que a Terra estava em repouso? A resposta está no fato de que o velho esquema da Física, associado ao nome de Aristóteles, era um sistema completo de Física, desenvolvido para um universo em cujo centro estava a Terra em repouso; portanto, para derrubar aquele sistema, admitindo-se a Terra em movimento, houve necessidade de uma nova Física era inadequada, ou mesmo que ela levava a conclusões erradas, dever-se-ia ter um argumento muito poderoso para rejeitar o velho modelo do universo. Inversamente, para fazer a gente aceitar um novo sistema, seria necessário fornecer a este uma nova Física. (COHEN, 1967, p. 08)

Com Kepler e a descoberta das órbitas elípticas dos planetas em torno do Sol se cria um grande problema para a ciência à época de Newton. Que espécie de lei matemática poderia expressar a ação de uma força do Sol sobre os planetas, que desse como resultado uma órbita elíptica tendo o Sol como um dos focos? A gravitação newtoniana e a conceituação fundamental da inércia foram as grandes respostas a esses problemas, unificando o domínio dos céus e da Terra.

Dessa forma, a Astronomia aparece no 1º bimestre da série inicial do Ensino Médio, e as competências e habilidades desse bimestre são:

- Compreender o conhecimento científico como resultado de uma construção humana, inserido em um processo histórico e social.

- Reconhecer a importância da Física Aristotélica e a influência exercida sobre o pensamento ocidental, desde o seu surgimento até a publicação dos trabalhos de Isaac Newton.
- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.
- Saber comparar as ideias do Universo geostático de Aristóteles-Ptolomeu e heliostático de Copérnico-Galileu-Kepler.
- Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia/noite, estações do ano, fases da Lua, eclipses, marés etc.).
- Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas.
- Compreender a relatividade do movimento.
- Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas.
- Compreender os conceitos de velocidade e aceleração associados ao movimento dos planetas.
- Reconhecer o caráter vetorial da velocidade e da aceleração.  
(RIO DE JANEIRO, 2012)

## **O NOSSO PLANEJAMENTO**

Algumas aulas referentes ao primeiro bimestre previsto no currículo mínimo, foram planejadas de forma conjunta pelo professor da escola básica, alunos do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência) e por professores da licenciatura em Física do CEFET/RJ.

Um dos objetivos discutidos no planejamento, e que está em consonância com a proposta curricular, foi a compreensão dos fenômenos astronômicos. As estratégias de ensino propostas foram: leitura de textos, observação e construção de modelos, tais como o modelo do sistema Sol-Terra-Lua, apresentação de slides, e o uso de simulações.

A equipe envolvida no planejamento partiu da premissa de que o “olhar para o céu” pode criar, dúvidas e certo fascínio, acompanhado da necessidade de conhecer o que se observa. A leitura de alguns textos e uma aula expositiva ministrada pelo professor procurou dar conta de uma contextualização histórica, filosófica e social do conhecimento científico, mostrando os conflitos e relações com diferentes domínios, desde os paradigmas (KUHN, 1987) ditados pelo pensamento religioso até as transformações sociais que surgiram com o novo conhecimento da astronomia.

Na busca de uma reflexão mais sistemática acerca da compreensão dos alunos sobre o sistema Sol-Terra-Lua, a equipe envolvida no planejamento optou pela aplicação de questionários. Foi feito o uso de modelos para que os alunos pudessem observar, explicar e compreender os fenômenos, formulando suas hipóteses e interagindo com o conhecimento por meio de atividades participativas tornando-se, assim, o sujeito da construção do conhecimento (PIAGET, 1982).

## A PRÁTICA EM SALA DE AULA

As atividades foram realizadas na turma 1001, turno da manhã, do 1º (primeiro) ano do Ensino Médio Regular do Colégio Estadual Dom Pedro II em 6 (seis) aulas de 50 (cinquenta) minutos .

Começamos com a leitura dos textos *Astronomia da pré-história à antiguidade e Heliocentrismo e Geocentrismo* (KANTOR, 2010), abordando o contexto histórico da astronomia, apresentando e comparando as ideias dos modelos geostático de Aristóteles-Ptolomeu e heliostático Copérnico-Galileu-Kepler.

Aplicamos um primeiro questionário (I) com perguntas sobre as distâncias, proporções e escalas astronômicas além de uma abordagem voltada à investigação de alguns fenômenos celestes. Acompanhando esse questionário, entregamos kits aos grupos<sup>2</sup> contendo 7 (sete) bolas<sup>3</sup> de diferentes tamanhos e uma régua de 30 cm. Utilizando as bolas, os alunos deveriam selecionar materiais e montar seu próprio sistema Terra-Lua, incluindo as distâncias entre esses corpos. É importante frisar que os alunos não estavam de posse de nenhum dado astronômico. Logo após essa atividade, o professor apresentou as reais dimensões desse sistema, explorando as distâncias envolvidas para que os alunos pudessem confrontar o sistema real com suas concepções prévias.

Finalizada a primeira etapa, entregamos um modelo Sol-Terra-Lua<sup>4</sup> a cada grupo e um segundo questionário (II) para que após a manipulação, interação e observação do modelo, eles pudessem responder às perguntas. Analisando às respostas pudemos investigar as concepções acerca de alguns fenômenos astronômicos comuns ao dia-a-dia, tais como, dia e noite, fases da Lua e estações do ano. Perguntamos: “Durante o verão nos Polos, o Sol é praticamente constante, e em determinadas regiões não há noite. E o inverso acontece durante o inverno, onde a luz do Sol quase não é percebida e o período noturno (de escuridão) é maior. Baseado em suas observações, como você explicaria esse evento?” e algumas das respostas foram: “A Terra gira”, “É que alguns lugares do mundo existem um período em que o verão dura 7 meses e o inverno 7 meses e por isso existem dias mais intensos e noites mais longas”

Em um terceiro momento, o professor apresentou os conceitos astronômicos a partir de um modelo dinâmico Sol-Terra-Lua, idêntico ao entregue aos alunos na segunda etapa, porém em proporções maiores. Usando esse modelo, eles puderam observar e compreender os fenômenos abordados no segundo questionário e logo após, foi apresentada também uma simulação<sup>5</sup> do sistema Sol-Terra-Lua. Após a demonstração feita pelo professor, os alunos receberam um terceiro questionário (III), idêntico ao segundo. O objetivo de aplicarmos esse questionário foi verificar se houve mudança na concepção dos alunos sobre os fenômenos apresentados anteriormente.

---

<sup>2</sup>Os grupos foram compostos de aproximadamente 4 (quatro) estudantes.

<sup>3</sup>Dimensões das bolas: 40 mm, 35 mm, 30 mm, 25 mm, 15 mm, 10 mm e 6 mm .

<sup>4</sup>Esse sistema era composto por duas bolas de tamanhos proporcionais ao sistema real, afixadas uma a outra por uma haste de arame (uma sendo a Terra e a outra a Lua, podendo esta última girar ao redor da primeira) e por uma lanterna que representa o Sol.

<sup>5</sup>Simulação Gravity and Orbits. (disponível em: <http://phet.colorado.edu/en/simulation/gravity-and-orbits>).

## O MODELO FÍSICO UTILIZADO PARA SIMULAR O SISTEMA SOL – TERRA - LUA

Os fenômenos astronômicos básicos observados em nosso cotidiano, tais como: dia/noite, estações do ano, solstícios/equinócios, fases da lua e eclipses, muitas vezes não são bem compreendidos, apesar de serem conteúdos tratados nas aulas de ensino fundamental. Esse fato ficou evidente nos questionários apresentados anteriormente e que foram aplicados na dinâmica das aulas.

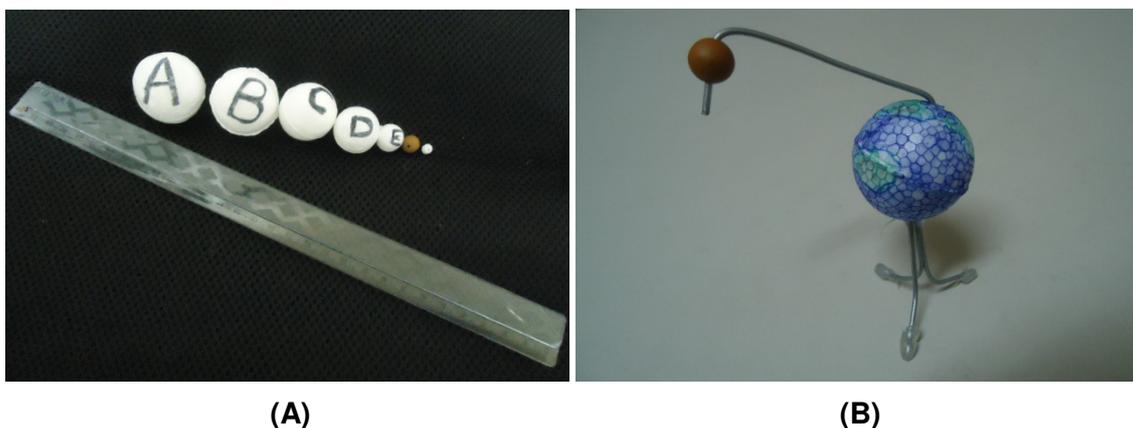
Como veremos a seguir, para a completa compreensão de todos esses fenômenos, se faz necessário um modelo tridimensional que respeite sua geometria. Sem esse recurso, tal como o próprio sistema montado a partir de elementos simples (bolas de isopor e lanterna), fica muito difícil a percepção de diversas peculiaridades. Quando um modelo bidimensional na forma de um desenho é apresentado, como na figura 1, ignora-se a demonstração de alguns elementos geométricos fundamentais para a discussão de alguns conceitos físicos importantes. Por exemplo, se não demonstramos fisicamente a ligeira diferença angular entre o plano de translação da Terra em torno do Sol e o plano de translação da Lua em torno da Terra (aproximadamente  $6^\circ$ ), não se pode justificar o fato de os eclipses não ocorrerem todos os meses.



**Figura 1:** Modelo bidimensional tradicional na forma de um desenho para explicar as fases da lua e os eclipses.

Um fato digno de nota, em nosso contexto, ocorreu em sala de aula: um aluno questionou se há quatro luas ao redor da Terra. Pode parecer absurdo, mas se o desenho demonstrado na figura 1 não for bem esclarecido, essa pode ser a impressão tomada.

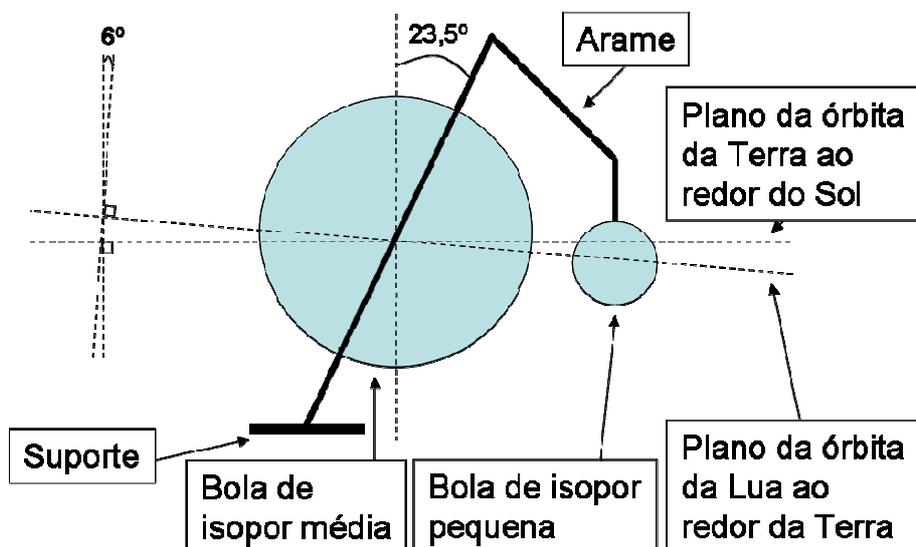
A fim de demonstrar para os alunos algo mais próximo da realidade, construímos um modelo do sistema Sol - Terra – Lua com material de baixo custo e o demonstramos em sala de aula. O modelo é bem parecido com o proposto em (CANALLE, 2012), porém adaptado de maneira a respeitar os detalhes geométricos do sistema, exceto a distância entre a Terra e o Sol, que se mantida, inviabiliza a realização dos experimentos.



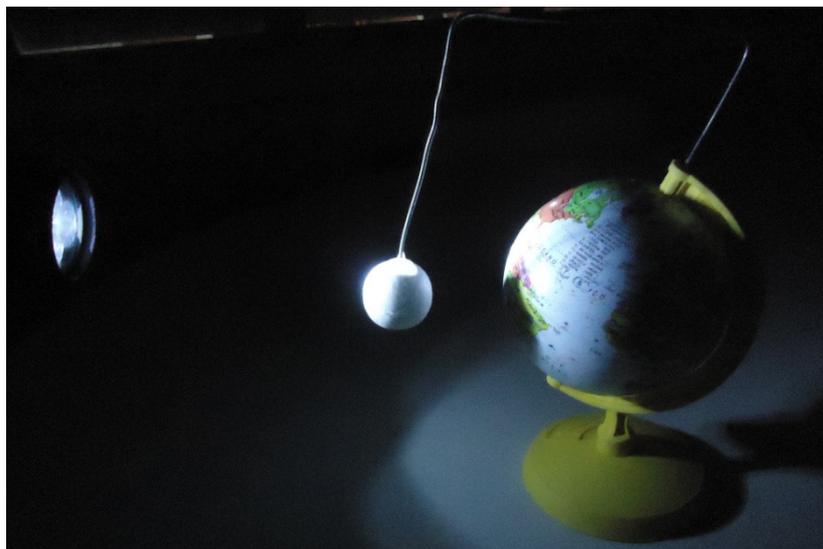
**Figura 2:** (A) *Materiais utilizados pelos alunos para responder o questionário I.* (B) *Fotografia da montagem do modelo do sistema Sol – Terra – Lua*

O primeiro experimento foi referente aos tamanhos e as distâncias envolvidas entre os astros (figura 2-A). Bolas de isopor de diferentes tamanhos foram distribuídas aos alunos para que comparassem os tamanhos relativos entre o Sol, a Terra e a Lua e para que percebessem a relação das distâncias entre eles.

Em um segundo experimento, utilizamos uma lanterna, representando o Sol, um globo médio (10 cm de diâmetro), representando a Terra, e uma bola de isopor pequena (2,5 cm de diâmetro), representando a Lua, para demonstrar os fenômenos astronômicos propostos (figura 2-B). Com o auxílio de arames, a Terra é montada de forma que o seu eixo de rotação em torno de si tenha um ângulo de, aproximadamente,  $23,5^\circ$  em relação à reta perpendicular que passa pelo plano da órbita da Terra ao redor do Sol. Ainda com arames, a Lua é montada suspensa em torno da Terra, de tal forma que o seu eixo de rotação em torno da Terra faça um ângulo de, aproximadamente,  $6^\circ$  em relação a reta perpendicular que passa no plano da órbita da Terra em torno do Sol. Para uma melhor compreensão, veja as figuras 3 e 4.

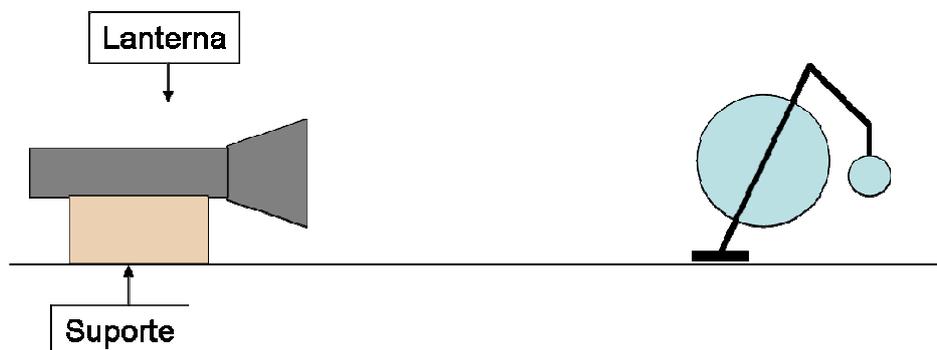


**Figura 3:** *Esquema de montagem da Terra e da Lua no modelo do sistema Sol – Terra – Lua*



**Figura 4:** Modelo do sistema Sol – Terra – Lua

Com a lanterna apontada para nossa montagem (figura 5), começamos a discutir a dinâmica do sistema. Os movimentos da órbita da Terra em torno do Sol, da rotação da Terra em torno do próprio eixo, da órbita da Lua em torno da Terra e da rotação da Lua em torno do próprio eixo permitem discutir todos os fenômenos astronômicos desejados. Uma breve discussão das escalas temporais envolvidas é fundamental para que se possam justificar os possíveis movimentos do sistema. Após essa breve introdução, inicia-se a interação com o modelo.



**Figura 5:** Esquema de montagem do sistema completo do modelo do sistema Sol – Terra - Lua

## RESULTADOS

A partir desse trabalho foi possível compreender melhor as necessidades dos alunos, direcionando assim nossos esforços para lidar com o contexto específico dessa turma.

Observamos, nos questionários I e II, uma significativa falta de coerência nas respostas apresentadas pelos alunos. Estas possuíam relação quase nula com a realidade dos fenômenos. Percebemos que o uso de recursos de modelagem estimulou a interação dos alunos, tornando-os capazes de questionar a realidade do mundo que os cerca.

Ao perguntarmos “Como ocorrem as estações do ano?” um mesmo aluno que respondeu no questionário II “A linha do Sol com a Terra” passa a responder no

questionário III “A inclinação da Terra e a luz do Sol”. Comparando as respostas dadas, observamos que houve uma evolução significativa no que diz respeito à compreensão dos fenômenos, embora os alunos tenham apresentado certa dificuldade em descrevê-los.

Nessas atividades, mais do que simplesmente ensinar sobre alguns fenômenos astronômicos, contribuímos para que os alunos pudessem compartilhar seus saberes sobre o mundo, interagindo entre si, com o professor e com o conteúdo, desenvolvendo assim, algumas das competências e habilidades propostas no currículo mínimo referentes ao 1º (primeiro) bimestre do 1º (primeiro) ano do ensino médio, com exceção das duas últimas, tornando-os capazes de “compreender o conhecimento científico como resultado de uma construção humana, inserido em um processo histórico e social” (RIO DE JANEIRO, 2012).

Esse trabalho teve apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES – Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais. PCN+ Ensino Médio*. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- Canalle, João B.G.. *Oficina de astronomia*. Instituto de física – UERJ, Rio de Janeiro. Disponível em:  
<<http://pessoal.utfpr.edu.br/florczak/arquivos/oficinadeastronomia.pdf>> Acesso em: 6 de abril de 2012.
- COHEN, I. B. *O Nascimento de uma Nova Física*. São Paulo: Edart, 1967.
- KANTOR, C.A., et al. *Coleção Quanta Física*. 2º ano Ensino Médio, p. 135 – 165, São Paulo: Editora PD, 2010.
- KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. 2.ed. São Paulo: Perspectiva, 1987. 257 p.
- PIAGET, J. *Psicologia e Pedagogia*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, (1982).
- RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Educação. *Currículo Mínimo 2012 - Física*. Rio de Janeiro: SEEDUC, 2012.  
(disponível em: <http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/curriculo.asp>).