

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
Curso de Especialização em Educação em Ciências (CECi)

Fernando Palhares Gonçalves dos Santos

INSERÇÃO DE TÓPICOS SOBRE ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO

Belo Horizonte

2020

Fernando Palhares Gonçalves dos Santos

INSERÇÃO DE TÓPICOS SOBRE ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada no curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Prof. Ms Arjuna C. Panzera

Belo Horizonte

2020

S237i
TCC

Santos, Fernando Palhares Gonçalves dos, 1987-
Inserção de tópicos sobre astronomia no ensino médio [manuscrito] / Fernando Palhares Gonçalves dos Santos. - Belo Horizonte, 2020.
39 f., il.
Inclui bibliografia.

Trabalho de Conclusão de Curso -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.
Orientadora: Arjuna Casteli Panzera

1. Física - Estudo e ensino - Ensino Médio. 2. Ciência. 3. Astronomia - Ensino Médio.
I. Panzera, Arjuna Casteli. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação. III. Título.

CDD – 530.7

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivaney Duarte. CRB6 2409

(Atenção: É proibida a alteração no conteúdo, na forma e na diagramação gráfica da ficha catalográfica[†].)

* Ficha catalográfica elaborada com base nas informações fornecidas pelo autor, sem a presença do trabalho físico completo. A veracidade e correção das informações é de inteira responsabilidade do autor, conforme Art. 299, do Decreto Lei nº 2.848 de 07 de Dezembro de 1940 - "Omitir, em documento público ou particular, declaração que dele devia constar, ou nele inserir ou fazer inserir declaração falsa ou diversa da que devia ser escrita..."

† Conforme Art. 297, do Decreto Lei nº 2.848 de 07 de Dezembro de 1940: "Falsificar, no todo ou em parte, documento público, ou alterar documento público verdadeiro..."

Dados de Identificação:

ALUNO: FERNANDO PALHARES GONÇALVES DOS SANTOS
TÍTULO DO TRABALHO: INSERÇÃO DE TÓPICOS SOBRE ASTRONOMIA
NO ENSINO MÉDIO.

Banca Examinadora:

Professor Orientador: Arjuna Casteli Panzera
Professor Examinador: Leonardo Marques Soares

Parecer:

Aos 30 dias do mês de novembro de 2019, reuniram-se na sala 500 do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) Fernando Palhares dos Santos

Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arguido e a banca fez considerações conforme formulário anexo:

MODIFICAÇÕES SUGERIDAS AO LONGO DO TEXTO NA FORMA DE COMENTÁRIOS INSERIDOS NO PRÓPRIO ANEXO DO ARTIGO.

Assim sendo, a banca considera o trabalho () aprovado
(X) aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020
() reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020.....

Belo Horizonte, 30 de novembro de 2019

Assinatura da banca:



NOTA: 80 (OITENTA)

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus estudantes por todo o empenho, entusiasmo e confiança. E ao meu orientador Áryana pela paciência e dedicação. Agradeço também à direção e coordenação da escola na qual a intervenção foi aplicada pelo apoio e colaboração durante a realização do projeto.

Por último gostaria de agradecer à minha esposa Jéssica pelo Impulso. Devido à ação constante de sua força ao longo de um longo intervalo de tempo que finalmente resultou na mudança do meu momento linear.

Resumo

Este artigo apresenta um trabalho de intervenção realizado com estudantes da 1ª série do ensino médio regular sobre a inserção de tópicos de Astronomia dentro do conteúdo programático de Física. O trabalho tem o intuito de suprir a abordagem superficial que ocorre dentro desta disciplina com relação aos conteúdos sobre Astronomia. O projeto baseou-se na aplicação de atividades investigativas de diferentes tipos e naturezas que ocorreram no contraturno e contou com a participação voluntária dos estudantes. A intervenção obteve ótimo resultado junto aos estudantes por apresentar uma rotina completamente diferente do ensino tradicional surpreendendo positivamente os participantes e o professor.

Palavras chave: Projeto de ensino. Ensino de Ciências por Investigação. Astronomia no Ensino Médio. Ensino de Física. Atividades Investigativas.

Abstract

This article presents a project realized with students in the 10th grade of a regular high school on the insertion of Astronomy topics within the programmed content of Physics. The work aims to supply the superficial approach that occurs within this discipline in relation to the contents on Astronomy. The project was based on the application of investigative activities of different types and natures that occurred during after-school hours with student volunteers. The participants and teacher were pleasantly surprised and the project obtained excellent results for presenting a routine completely different from traditional teaching.

Keywords: School project; Investigative Science Education; High School Astronomy; Physics Education; Investigative Activities.

Lista de ilustrações

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Modelo e exemplos de Hovercrafts | 22 |
| Figura 2 – Movimento do “Hovercraft” | 22 |
| Figura 3 – Carrinho de controle remoto e colher | 23 |
| Figura 4 – Movimento Circular Uniforme Carrinho de Controle Remoto | 24 |
| Figura 5 – Exemplos – Maquete Terra – Lua | 29 |
| Figura 6 – Exemplo “Air Hockey” | 32 |

Lista de tabelas

Tabela 1 – Distâncias e diâmetros do Sol, da Terra e da Lua

16

Sumário

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| Introdução | 11 |
| Referenciais Teóricos | 14 |
| Metodologia | 18 |
| 1º Encontro | 19 |
| 2º Encontro | 20 |
| 3º Encontro | 20 |
| 4º Encontro | 21 |
| 5º Encontro | 21 |
| 6º Encontro | 24 |
| Resultados e Discussão | 25 |
| Questionário Pré-Intervenção | 25 |
| Atividade 1 | 26 |
| Atividade 2 | 26 |
| Atividade 3 | 28 |
| Atividade 4 | 29 |
| Atividade 5 | 31 |
| Atividade 6 | 32 |
| Atividade 7 | 33 |
| Questionário Pós-Intervenção..... | 34 |
| Conclusão | 36 |
| Referências | 38 |

Introdução

Nas mais diversas culturas, o ato de olhar o céu se constituiu em uma busca por respostas para entender a natureza, compreender o nosso propósito no universo e como forma de interpretar nosso passado, presente e futuro. O homem utilizou a Astronomia para auxiliar no plantio e na colheita, na contagem do tempo, como instrumento de posicionamento nas navegações e para explicar os fenômenos naturais.

Segundo Sobreira (2006), estudos em arqueoastronomia indicam a tentativa das “sociedades naturais” pré-históricas de acomodar as atividades humanas nos ciclos temporais do Sol e da Lua através dos calendários lunares primitivos. Desta mesma época remontam as primeiras concepções míticas do Mundo e os primeiros calendários.

No Brasil, conhecimentos astronômicos eram ensinados através das gerações de indígenas que aqui habitavam e algumas figuras rupestres indicam que há mais de 4000 anos os indígenas já registravam a passagem de cometas e meteoros (BARRETO, 2001).

O estudo do ensino de Astronomia no Brasil aponta que o primeiro curso formal de graduação nessa área no país foi criado em 1958, na Universidade do Brasil. Entretanto os cursos de graduação foram perdendo força e com o decreto do Estado Novo, em 1942, o ensino sofreu modificações e a Astronomia e a cosmografia deixaram de ser disciplinas específicas. Em pouco mais de 20 anos alguns cursos ofereciam o ensino de Astronomia apenas como disciplina optativa, situação que permanece até hoje. (BRETONES, 1999).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, derivados da Lei de Diretrizes e Bases de 1996, a Astronomia está presente em cursos de ciências. Entretanto, desde a segunda metade do século passado ela não é mais uma disciplina específica dos cursos de formação de professores.

Apesar de terem ocorrido reformas, o ensino de Astronomia vem sendo abandonado nas aulas de ciências do ensino básico. No ensino fundamental um professor de Ciências se verá na posição de trabalhar os conteúdos de Astronomia. Entretanto, um docente das séries iniciais, geralmente, é formado em pedagogia e, do 5º ano ao 9º ano, geralmente, o professor é formado em ciências biológicas. Assim, por falta de formação dentro do curso superior, além de fatores como conteúdo

didático muito extenso e pouco tempo para trabalhar os tópicos previstos, os educadores têm abandonado os temas ligados à Astronomia ou quando tratam do assunto, não o fazem com devido nível de aprofundamento, demonstrando dificuldades no ensino de conceitos básicos ligados à Astronomia (LANGHI; NARDI, 2010).

Segundo Fróes (2014), o currículo de Física apresenta diversos temas que não fazem parte dos interesses dos estudantes enquanto a Astronomia, que permite a discussão de tópicos de grande relevância e destaque, não é contemplada em uma educação formal dentro da escola. Ele também afirma que no ensino médio o ensino de Física muitas vezes se resume ao estudo de fórmulas e princípios que apresentam difícil relação com o cotidiano do estudante e o estudo do universo poderia motivá-los a seguir uma carreira acadêmica voltada para a ciência.

Diante deste cenário, onde o estudo de Astronomia tem sido deixado de lado dentro do ambiente escolar, e considerando a falta de tempo no cronograma escolar, dado o enorme conteúdo programático das disciplinas de ciências, este trabalho tem o propósito de apresentar uma solução onde o ensino de Física estaria aliado a alguns tópicos de Astronomia.

Desde o início da minha carreira como professor de Física em 2006 até hoje, recebo muitas reclamações dos meus estudantes sobre o porquê de não estudarmos Astronomia no Ensino Médio. Além das diversas dúvidas que surgem durante as aulas e fora delas, sobre temas que estão completamente ausentes do conteúdo programático do ensino médio, sempre me deparo com a situação de justificar a alguns de meus estudantes a ausência de conteúdos relacionados à Astronomia no curso de Física e de tentar auxiliá-los diante desta lacuna.

Ao longo do ano de 2007 estagiei no CECIMIG (Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais) e lá tive contato com o curso de especialização chamado "ENCI". Não trabalhei diretamente com todos os professores e coordenadores do curso, mas tive a oportunidade de conversar e conviver com os melhores educadores e pesquisadores dentro do estado de Minas Gerais quando o assunto era ensino por investigação. Assim, antes de iniciar o curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação (CECI), já havia tido contato com a abordagem investigativa dentro do ensino de Ciências. Essa vivência como estagiário marcou minha carreira como professor, pois desde cedo aprendi que uma aula com

atividade prática não é a mesma coisa que aula de laboratório e que não são necessários inúmeros recursos e equipamentos para montar uma aula mais atrativa e construtiva para os estudantes.

Assim, este trabalho apresenta uma proposta de realização de atividades investigativas extracurriculares, que ocorreriam no contraturno da escola, para a reflexão e discussão de temas que abordariam o conteúdo programático de Física dentro de um contexto astronômico.

A realização deste projeto possui como objetivos analisar como tópicos relacionados à Astronomia poderiam ser inseridos no conteúdo programático de Física e suprir a falta de um estudo mais aprofundado e devidamente orientado acerca desta ciência no ensino médio. Outro objetivo é estimular o estudo da Física e conseqüentemente da Matemática, despertando o interesse de mais estudantes sobre a Ciência. O projeto também me dará a oportunidade de apresentar com mais tempo e mais detalhes a história da Física e a evolução de suas ideias. Logo tenho o objetivo indireto de aproximar os meus estudantes do estudo de ciências através de um assunto que seja do interesse deles e que propiciará um crescimento pessoal e intelectual.

Referenciais Teóricos

O principal objetivo da Didática é aliar ensino e aprendizagem em um mesmo processo e assim busca respostas às questões “por quê?”, “o quê?”, “para quem?” e “como se ensina?”. Apesar de haver, desde a segunda metade do século XX, uma enorme preocupação com o ensino de ciências nos mais diversos níveis de ensino brasileiro, ainda existe dentro do ambiente escolar o mito de que um pouco de conhecimento e muito “jogo de cintura” são habilidades suficientes para lecionar ciências (CARVALHO, 2004).

Segundo Munford e Lima (2007), o ensino de ciências por investigação já é uma metodologia consolidada em países da América do Norte e Europa, entretanto no Brasil ainda é tratada como inovação e, portanto, não é uma prática comum das escolas, apesar do crescimento do interesse por parte de professores e cientistas. Uma aula de ciências tradicional parte de uma introdução dos conceitos seguida por explicações e exemplos dados pelo professor e os estudantes fazendo as anotações na busca por acompanhar o raciocínio dos tópicos apresentados. Estudo dos conceitos, exemplificação, demonstrações e problemas bem definidos que induzem a uma forma de resolução são a base de uma aula de ciências convencional. Este modelo gera uma diferenciação entre “a ciência da escola e a ciência dos cientistas” já que todas as etapas são muito direcionadas o quê não corresponde ao cotidiano de um cientista que não tem de forma clara e simplificada os passos a serem percorridos na busca por novos conhecimentos. Já um ensino de ciências com caráter investigativo poderia aproximar o ambiente escolar à práxis do cientista. Driver et al. (1999), por exemplo, defendem que:

“aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez mais apropriadamente denominada estudo da natureza – nem de desenvolver e organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento” (Driver et al.,

1999, p.36).

Pode-se dizer, portanto, que uma abordagem investigativa cumpriria essa função, por não restringir o papel do estudante apenas à manipulação e observação, permitindo a ele refletir, debater, explicar, relatar e, conseqüentemente, ser atuante na construção das ideias científicas programadas para aquela aula.

Segundo Sá et al (2007) as atividades investigativas podem ser categorizadas em diferentes tipos:

Tipos de atividades investigativas

- Práticas: A atividade parte de um desafio. Os alunos recebem informações e materiais para o seu desenvolvimento.
- Teóricas: Desenvolvem-se estudos de casos para um posicionamento frente a temas controversos. São apresentados textos e questões sobre o tema para fomentar o debate.
- Com banco de dados: Os alunos são desafiados a construir argumentos baseados em evidências para embasar pontos de vista acerca de questões apresentadas. Para construir esses argumentos, os alunos utilizam-se de pesquisa a bancos de dados específicos.
- De avaliação de evidências: O desafio é o de criar evidências para sustentar uma hipótese sobre uma questão. A análise deve permitir a escolha de respostas hipotéticas para as quais há um conjunto de informações disponíveis. O objetivo é o de transformar as informações em evidências capazes de sustentar a resposta hipotética escolhida.
- De simulação: A atividade consiste na exploração de simulações em computador sobre um determinado fenômeno.

O presente trabalho tem o objetivo abordar tópicos de Astronomia dentro do conteúdo de Física através de atividades com caráter investigativo. As atividades foram planejadas para um estudo sobre modelos astronômicos, movimento circular uniforme e a ligação entre as Leis de Newton e o movimento dos corpos. Antes e após a realização das atividades os estudantes responderam a um questionário onde apresentaram suas ideias com relação a algumas situações e fenômenos científicos.

Na minha carreira como professor de Física há quase 15 anos percebo que a movimentação dos corpos celestes, suas dimensões e distâncias de separação, e as explicações para a perpetuação dos movimentos são assuntos que geram muita dúvida e que, muitas vezes, são analisados de maneira incorreta. Assim montei um questionário que privilegiasse estas ideias, para que pudéssemos debater e realizar atividades que auxiliassem na fundamentação destes conceitos. Dentro deste cenário, o sistema Terra, Sol e Lua foi o escolhido por serem os astros que, obviamente, os estudantes têm maior familiaridade. A interação entre estes três astros, suas órbitas, seus alinhamentos e inclinações de eixo determinam fenômenos importantes e frequentes sob o ponto de vista da humanidade. Os dias e as noites, as fases da Lua, as marés, os eclipses, as estações do ano são apenas exemplos que, como terráqueos, presenciamos de maneira ordinária.

De acordo com Chaves (2001, p.132), a translação de um corpo rígido é um movimento no qual duas partículas quaisquer do corpo percorrem trajetórias paralelas, e a rotação de um corpo rígido é um movimento no qual pelo menos uma partícula do corpo fica imóvel. Assim, pode-se explicar os movimentos de rotação e translação de um astro como a volta que o astro realiza em torno de seu próprio eixo e a volta realizada em torno do eixo de sua órbita, respectivamente.

Desde as séries iniciais até o final do ensino médio é comum que façamos desenhos, esquemas e representações da Terra, do Sol e da Lua dentro de um mesmo sistema ou não. Entretanto não é comum que os livros didáticos ou os conteúdos programáticos propiciem uma discussão comparativa entre suas reais dimensões e como habitualmente representamos estes astros (RODRIGUES, 2007).

| ASTRO | DIÂMETRO EQUATORIAL (km) | DISTÂNCIA MÉDIA ATÉ A TERRA (km) |
|-------|--------------------------|----------------------------------|
| Lua | 3 474 | 384 000 |
| Sol | 1 390 000 | 149 600 000 |
| Terra | 12 756 | – |

Tabela 1: Distâncias e diâmetros Lua – Sol – Terra. Fonte: CDCC – USP

A interação gravitacional entre os três astros ocorre através da força gravitacional descrita por Isaac Newton como diretamente proporcional ao produto das massas e inversamente proporcional ao quadrado do raio médio da órbita. Devido à baixa excentricidade das órbitas dos planetas do Sistema Solar e da Lua, esta força

atua basicamente como uma força centrípeta que mantêm o movimento da Terra em torno do Sol, e da Lua em torno da Terra.

Metodologia

As intervenções ocorreram em uma escola filantrópica que oferece diversas modalidades de ensino como Educação de Jovens e Adultos (EJA), ensino técnico e de qualificação. Como leciono a disciplina de Física para o ensino médio regular, conversei com os meus estudantes da 1ª série e expliquei a eles o contexto e os objetivos da pesquisa. Desde o início do projeto imaginei que um grupo com 20 estudantes seria ideal para a realização da intervenção já que me propiciaria um bom material para análise dos dados e concomitantemente me permitiria dar atenção suficiente para todos os integrantes. Diante do grande interesse dos estudantes em participar da intervenção, fui orientado pela coordenação que selecionasse os que estivessem com melhor rendimento escolar até aquela etapa do ano letivo, visto que a atividade era extracurricular e não deveria prejudicar o desempenho escolar. Logo, os estudantes selecionados foram todos voluntários e em nenhum momento houve pressão pela participação deles.

A intervenção foi planejada para que acontecesse ao longo de 5 encontros, entretanto, já no primeiro dia não foi possível realizar todas as atividades devido aos outros compromissos dos participantes. Esta, aliás, foi a maior dificuldade encontrada para a realização do projeto. Em nenhuma das reuniões obtive a presença de 100% dos estudantes já que sempre havia outros compromissos como consultas médicas, odontológicas, psicoterapêuticas entre outros. A taxa de presença foi sempre maior que 90%, mas nunca total. Diante da necessidade de uma sexta reunião, a escola e os pais ou responsáveis foram consultados e o planejamento foi cumprido em seis encontros de duas horas cada, em algumas sextas feiras à tarde previamente agendadas nos meses de abril e maio de 2019.

As concepções dos estudantes acerca dos temas estudados e demonstrações realizadas foram analisadas através dos relatórios que eles elaboraram ao longo dos seis encontros da intervenção. Ao mesmo tempo, durante as intervenções e baseando-me em minhas observações, fui registrando o comportamento do grupo e suas reações diante dos debates que ocorreram. Além dos relatórios sobre as atividades investigativas realizadas e minhas anotações pessoais, as respostas aos questionários aplicados no primeiro e último encontros foram de fundamental importância para comparação entre as concepções dos estudantes antes e após as intervenções.

1º Encontro

No primeiro encontro da intervenção foi explicado aos participantes os objetivos da pesquisa e reiterado quais eram as diretrizes em relação às datas e horários. Após repassadas todas as informações e explicações, foi entregue um questionário com algumas questões acerca das dimensões do sistema solar e dos astros que o compõem, além de perguntas sobre o movimento dos corpos celestes. Este questionário foi usado como instrumento de comparação para coleta e análise de dados. Os estudantes foram instruídos de que não se tratava de uma avaliação formal, uma “prova” como estavam acostumados a fazer dentro da escola. Tratavam-se de algumas perguntas e tarefas que visavam analisar como eles compreendiam o movimento dos corpos celestes, da Lua, da Terra, as dimensões destes três astros e como explicavam alguns fenômenos. Foi pedido que eles respondessem com a maior sinceridade possível e que não ficassem preocupados quanto aos erros, já que o objetivo era exatamente saber o que eles sabiam. Ou seja, foi deixado bem claro que o questionário era investigativo, e não avaliativo. Apesar de todas essas precauções, uma participante deixou escapar um desabafo que me marcou muito e que tive o cuidado de anotar no meu caderno de registros sobre a intervenção. Ela disse: “Não acredito que vim aqui fazer prova...”. Após algumas risadas, expliquei novamente a intenção do questionário e prometi que ela não se arrependeria de ter se proposto a participar do projeto.

A fala dela me inspirou a tentar, em todos os encontros, desvincular nossos momentos de estudo do ambiente tradicional de sala de aula. Assim minhas metas eram fazer com que nossas atividades tivessem ainda mais caráter investigativo e tornar nossos encontros, momentos de discussão e debate de ideias, sem me preocupar tanto com tempo, chamadas, cronogramas e avaliações. Ao final deste primeiro encontro a mesma estudante disse, em um tom amigável, que tinha expectativas de “ficar ainda mais inteligente” ao final da pesquisa. Respondi que “mais inteligente” era um conceito muito abstrato, mas que com certeza ela passaria por momentos de estudo, discussão de ideias e, quem sabe, construção de conhecimento.

2º Encontro

Para este dia estava programado que realizássemos as atividades 1, 2 e 3, entretanto a participação e empolgação dos estudantes foi tamanha, que não conseguimos realizar a terceira atividade proposta. Esta, aliás, foi uma marca da intervenção. Muita participação e muitos atrasos no cronograma.

A atividade 1 consiste em representar, em uma folha em branco, o sistema Sol – Terra – Lua levando em consideração suas dimensões, distâncias de separação e o movimento destes astros. A intenção é analisar qual o conceito prévio com relação às dimensões do sistema solar. Uma representação mais assertiva colocaria o Sol em um canto da folha, a Terra no canto oposto e muito menor em tamanho e a Lua bem próxima da Terra e também menor que esta. É claro que a atividade tem caráter apenas qualitativo, já que em uma folha de papel A4 seria muito difícil demonstrar com fidelidade que o Sol possui um diâmetro mais de 100 vezes superior ao da Terra e que esta é cerca de 4 vezes maior que a Lua.

A segunda atividade consiste em formar grupos e discutir algumas questões que se relacionam ao movimento da Terra, sua velocidade de rotação e as consequências deste movimento. Minha proposta é a de relacionar esse movimento terrestre com o conceito de inércia – tendência dos corpos a permanecerem no estado de movimento em que se encontram – e buscar a estimativa da velocidade de rotação da Terra para pontos sobre a linha do equador a partir do comprimento da circunferência do planeta e do seu período de rotação em torno do próprio eixo.

3º Encontro

No terceiro encontro realizamos a atividade 3, que consistia em pesquisar as dimensões e distâncias de separação dos três astros (Sol, Terra e Lua) e buscar uma escala que permitisse confeccionar uma maquete com cartolina e barbante. O barbante seria preso no centro dos discos de papel para que representassem as distâncias Sol –Terra – Lua. Ao elaborar a atividade, julguei a escala onde 1 cm representa 2 000 km como a ideal, entretanto esses valores não foram sugeridos aos estudantes. Esta análise prévia do problema proposto tem a intenção de preparação para uma situação em que talvez requeira a minha intervenção. Acredito que um professor deva se preparar para as atividades que planeja da melhor forma possível

e entendo que realizar as atividades que ele mesmo propõe é uma forma de preparação. Assim:

| |
|---|
| Diâmetro Terra = 12 760 km – na escala: 6,4 cm |
| Diâmetro Lua = 3 476 km – na escala: 1,7 cm |
| Diâmetro Sol = 1 391 000 km – na escala: 695,5 cm (aproximadamente 7 m) |
| Distância Terra – Lua = $3,8 \times 10^5$ km – na escala: 1,9 m |
| Distância Terra – Sol = $1,5 \times 10^8$ km – na escala: 750 m |

4º Encontro

Na atividade 4 os estudantes foram orientados a pesquisarem informações, mitos, histórias, poemas e outras representações artísticas e culturais que se relacionassem ao “lado oculto da Lua”. A última tarefa da atividade instruía a construir um modelo que explicasse o movimento da Lua e o porquê de ela sempre apresentar a mesma face para a Terra.

5º Encontro

O quinto encontro da intervenção foi planejado para avaliar a compreensão dos estudantes sobre o conceito de inércia e suas concepções sobre a relação entre força e movimento. Com este intuito, as atividades 5, 6 e 7 foram planejadas de forma que os estudantes realizassem algumas tarefas práticas e, em grupo, discutissem algumas questões propostas.

Para a atividade 5 eles construíram um protótipo de “Hovercraft”. Originalmente este meio de transporte é formado por um colchão de ar que apresenta na sua parte inferior, saídas de ar que são responsáveis por reduzir a força de resistência ao movimento entre a estrutura e a superfície na qual ele tenta se deslocar. Grandes propulsores de ar são alocados na parte traseira de forma a garantir força de propulsão ao veículo. O modelo a seguir exemplifica o funcionamento deste meio de transporte que apresenta como principal característica, a versatilidade de locomoção em vários tipos de superfície, como água, lama e terra firme.

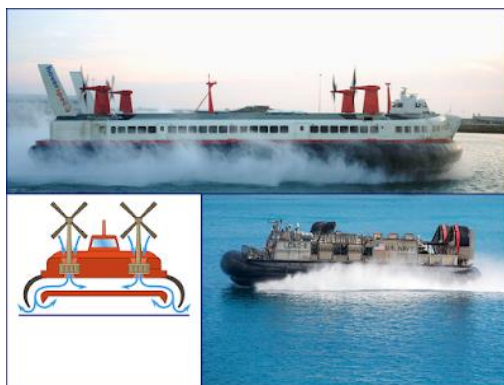


Figura 1: Modelo e exemplos de Hovercrafts (Fonte: <http://salvador-nautico.blogspot.com/2019/04/hovercraft.html> Acessado em: 15/01/2020)

Para a construção destes protótipos, os participantes tinham à disposição os seguintes materiais: CD, balão, tampa de garrafa PET previamente furada e cola quente. A tampa de garrafa PET, que havia sido previamente furada com a intenção de evitar possíveis acidentes, foi colada ao CD com cola quente, de maneira que os furos, da tampa e do CD, se encontrassem. Após tudo montado, pedi aos estudantes que enchessem os balões, encaixassem nos protótipos e os impulsionssem em um chão liso. Esta série de procedimentos fez com que os “hovercrafts” iniciassem um movimento com atrito reduzido enquanto os balões insuflavam o fluxo de ar através da estrutura do brinquedo. A figura a seguir ilustra a situação descrita.



Figura 2: Movimento do “Hovercraft” (Fonte: <http://hovercraft12b.blogspot.com/2008/02/isto-um-exemplo-de-um-hovercraft.html> Acessado em: 15/01/2020)

A atividade 6 foi realizada com a utilização de um carrinho de controle remoto no qual foi preso à sua parte traseira uma colher de plástico de cabo bem longo. A haste da colher foi fixada a uma esponja que foi colada na parte traseira do carrinho de controle remoto. Como a haste era muito longa e flexível, a concha da colher e a metade de seu cabo estavam livres para se mover, ao contrário da base que se encontrava fixa. Seguindo as instruções do roteiro e o meu pedido de que filmassem a atividade, os estudantes colocaram o carrinho em movimento e analisaram os

vídeos. Em todos os momentos que o sistema passava por uma brusca mudança no seu estado de movimento, a colher presa sofria uma consequência que era evidenciada pelo seu cabo longo e flexível. Isso ocorria já que, por inércia, a concha da colher tende a permanecer em movimento e seu cabo alongado sofre uma flexão ao ter o sentido de movimento alterado. Este item simulava o corpo humano em uma situação muito cotidiana que ocorre ao usarmos um ônibus como meio de transporte e, em função das diversas mudanças de velocidade e trajetória, termos nosso corpo projetado em diferentes sentidos de movimento.



Figura 3: Carrinho de controle remoto e colher (Foto do autor)

Para a atividade 7 os estudantes usaram outro carrinho de controle remoto que foi preso através de uma corda a uma estrutura fixa ao chão. Esta estrutura consistia em uma base de madeira que foi fixada ao chão para evitar que o movimento do carrinho a locomovesse. Um parafuso foi preso à base de madeira para funcionar como eixo em torno do qual o carrinho executaria um movimento de rotação. O carrinho foi preso ao parafuso através de uma corda de nylon. Na parte traseira do carrinho de controle remoto, foi fixado um pincel da cor vermelha para deixar marcada no chão a trajetória do veículo. Ao ser colocado em movimento apenas para frente através da alavanca de comando do controle, o carrinho adquiriu movimento curvilíneo em função da força tensão realizada pela corda à qual se encontrava preso. Esta força atua como força centrípeta e é responsável pela mudança de direção do vetor velocidade. Como o módulo da velocidade é influenciado apenas pela força de propulsão do motor elétrico do brinquedo, e como a força tensão é perpendicular ao vetor velocidade, não há mudança no módulo da velocidade linear e o sistema realiza um movimento circular uniforme.

As imagens a seguir ilustram a demonstração realizada.



Figura 4: Movimento Circular Uniforme Carrinho de Controle Remoto (Fotos do autor)

Todas as experiências deste encontro têm a intenção de demonstrar o conceito de inércia e estimular a discussão sobre a relação entre força e movimento. Uma característica comum a todas elas é a de aplicar e avaliar teorias científicas. Segundo Sá et al (2007), a apropriação do conhecimento científico pelos estudantes depende da criação de situações em que esse conhecimento científico possa ser aplicado e avaliado na solução de problemas.

6º Encontro

Para o último encontro preparei uma pequena lembrancinha como forma de agradecimento aos meus alunos que, voluntariamente, se dispuseram a passar seis tardes de sexta feira estudando conceitos de Física dentro da Astronomia. Fiz um pequeno discurso e expliquei a importância da atitude deles para a minha pesquisa. Todo o comprometimento e participação empregados por eles me mostrou um lado da educação que raramente é possível perceber dentro de uma sala de aula. Em seguida expus o objetivo do último encontro e o porquê de realizarmos o mesmo questionário do primeiro encontro.

Resultados e Discussão

Questionário Pré-Intervenção

O questionário foi aplicado no primeiro encontro da intervenção e para respondê-lo, os participantes levaram em média 1 hora e 30 minutos. Os estudantes foram orientados sobre o teor e a intenção de aplicar um questionário antes de realizarem as atividades da intervenção. Foi explicado que não se tratava de uma “prova”, que não valia pontos, que os testes não seriam corrigidos e avaliados como acertos e erros. Tentei ressaltar que os questionários seriam utilizados como uma fonte de dados para a pesquisa e como base de comparação e avaliação da intervenção que havia sido planejada. Entretanto, como já relatado, uma aluna exclamou sua insatisfação em realizar “mais uma prova”. Este foi um momento de muita descontração e risadas, pois acredito que outros estudantes estivessem pensando o mesmo. Busquei explicar novamente e propus a eles uma simulação. Que imaginassem que todos tivessem as mesmas ideias e concepções sobre os assuntos que abordaríamos, antes e após os encontros que seriam realizados. Expliquei que caso isso acontecesse, a conclusão da pesquisa seria que a intervenção planejada talvez não fosse de boa qualidade, já que não consegui estimular e motivar os estudantes a enxergar alguns fenômenos sobre outros pontos de vista. Tentei mostrar a eles que na verdade quem estava sendo avaliado naquela pesquisa era a intervenção que eu havia planejado. A aplicação de um questionário com questões que, a princípio, parecem ser simples de serem respondidas, também tinha a função de envolver os estudantes e motivá-los para as atividades investigativas que se seguiriam. Segundo Sá et al (2007), a problematização dos fenômenos e uma negociação dos sentidos de um dado conjunto de conceitos são alternativas para lidar com as dificuldades na aprendizagem de conteúdos científicos pelos estudantes.

Após a realização do questionário a mesma estudante se encontrava mais tranquila e se mostrava mais confiante com relação às intenções da pesquisa. Ela expressou sua expectativa de que a intervenção fosse capaz de colocá-la para analisar situações que nunca havia pensado ou a estimulasse ver com “outros olhos” fenômenos que ela acreditava já entender.

Atividade 1

A primeira atividade ocorreu durante o segundo encontro da intervenção. Como planejado, cada grupo recebeu uma folha de ofício e deveria representar o sistema Sol – Terra – Lua levando em consideração suas dimensões e respectivas distâncias. Segundo Sá et al (2007), esta atividade pode ser classificada como investigação estruturada já que, dentro do problema proposto, os estudantes receberam todos os materiais e procedimentos para realizá-la. Ao final da aula, todos apresentaram seus desenhos com a intenção de propiciar a extensão dos resultados a todos os estudantes da turma, o que é uma forte característica de uma atividade investigativa. Dos 4 grupos que foram formados, apenas 1 representou este sistema de maneira muito desproporcional. Com círculos de diâmetros parecidos para os três astros e uma pequena distância entre eles. Os demais grupos desenharam o Sol ocupando grande parte da folha, a Terra bem distante e muito menor do que o Sol, e a Lua próxima a Terra e de dimensão bem reduzida em relação aos demais astros. Todos os grupos tentaram desenhar o movimento dos astros através de linhas pontilhadas e todos representaram a Lua girando em torno da Terra e, esta, girando em torno do Sol. Os resultados apresentados, por não divergirem muito, levantaram poucas discussões. As maiores dúvidas se relacionaram aos valores dos raios e distâncias dos planetas e de como foram calculados. Com o intuito de motivar e mobilizar os estudantes sugeri que cada grupo apresentasse no encontro seguinte o contexto histórico e a técnica utilizada para alcançar estes valores. Esta mudança de “rota” no cronograma foi muito interessante já que no encontro da semana seguinte a atividade planejada envolvia a representação destes astros em uma maquete. A função do professor no contexto de atividades investigativas vai além de planejar as atividades. O professor deve propor e discutir questões, orientar o levantamento de evidências e incentivar a discussão e a argumentação promovendo, assim, a sistematização do conhecimento (SÁ et al, 2007).

Atividade 2

Esta atividade também ocorreu no segundo encontro da intervenção. Seguindo o roteiro entregue os participantes realizaram uma investigação semi-estruturada, que consiste na análise de um problema proposto sem a interferência do professor com relação ao planejamento e procedimentos a serem utilizados. A atividade teórica

baseava-se em discutir algumas questões propostas e apresentar as conclusões para a turma, valorizando o debate e a argumentação.

Como todos os grupos encontraram valores parecidos para a velocidade de translação da Terra e explicações semelhantes para o movimento de um objeto lançado verticalmente para cima a uma grande altura, estas questões não foram amplamente debatidas. Ao discutirem as consequências sobre a interrupção do movimento de rotação da Terra, algumas interpretações diferentes apareceram. Dois grupos interpretaram que a redução de velocidade seria brusca e que por isso toda a população do planeta, por inércia, continuaria o movimento e assim seria projetada no sentido do movimento interrompido. Destes dois grupos, um considerou a inércia apenas da população, deixando objetos, estruturas como casas, prédio e pontes em repouso. O outro “desenhou” um cenário um pouco mais catastrófico, já que as estruturas rígidas também sofreriam as consequências assim, além da morte da população devido à colisão com prédios, casas e carros, ocorreu também uma completa destruição das cidades. Durante esta discussão, um estudante fez um questionamento com relação à água do planeta. Após ponderarem a hipótese, o grupo concluiu que fora o cenário já pensado, ainda teríamos o avanço das massas de água sobre os continentes o que causaria ainda mais destruição. Valorizar o debate e a argumentação é uma das características das atividades investigativas (SÁ et al, 2007).

Os outros dois grupos entenderam que a interrupção do movimento seria gradual e fizeram apontamentos sobre a diferença de incidência de luz solar em diferentes partes do planeta. O que essa diferença causaria nas regiões voltadas para o Sol, calor extremo, e no lado oposto ao Sol, frio extremo.

Após as apresentações, diante das duas correntes de pensamento apresentadas, sugeri a cada uma delas um questionamento. O que ocorreria com as massas de ar no caso de uma brusca freada do planeta, e como este reagiria às trocas de calor entre as regiões desérticas e glaciais formadas pela lenta redução de velocidade de rotação. Não nos restava muito tempo, mas utilizamos o restante do encontro para discutir essas novas possibilidades nas duas situações. Segundo Sá et al (2007), estimular os debates e apresentar novas abordagens são atribuições do professor para efetivamente realizar uma atividade investigativa.

Atividade 3

Antes de iniciar esta atividade, que ocorreu no terceiro encontro da intervenção, os estudantes apresentaram verbalmente suas pesquisas sobre os cálculos feitos por Aristarco e Eratóstenes sobre o raio da Terra, da Lua, do Sol e suas distâncias. Os estudantes se mostraram surpresos com os grandes resultados alcançados pelos dois utilizando, como eles mesmo disseram, “apenas Matemática”.

Como os grupos já haviam pesquisado em casa os dados requeridos para a realização da terceira atividade, que pode ser classificada como prática e investigação estruturada apresentei a proposta de construção de maquete do sistema Sol – Terra – Lua. Para isso utilizamos cartolina, barbante, tesoura, cola, trena, régua e compasso.

Com os dados pesquisados, cada grupo buscou uma escala que permitisse montar uma maquete onde os astros seriam representados por discos recortados em 3 cartolinas escolares (50 x 66 cm). Apesar de já ter elaborado previamente os cálculos, não influenciei os estudantes com relação à melhor escala e por isso foram entregues 3 cartolinas por grupo, já que estipular 1 cartolina limitaria a escolha das proporções. Para representar de maneira física a distância entre os astros, cada grupo tinha a disposição 4 metros de barbante. Rapidamente as primeiras dificuldades surgiram em relação ao uso de uma escala, já que alguns grupos tentaram representar cada astro e cada distância com uma proporção diferente. Expliquei a todos que não era essa a intenção da atividade já que o produto final seria uma representação distorcida, assim como uma foto editada sem um padrão. Esticada demais ou achatada demais, deformando a imagem. Depois de quase 30 minutos de iniciarem a tarefa, alguns grupos começaram a perceber a impossibilidade de, usando materiais de dimensões tão reduzidas, representarem o Sol e a Lua em uma mesma escala, já que as dimensões destes astros são muito discrepantes. Assim, de grupo em grupo, fui analisando os dados coletados, as escalas e escolhidas e as soluções que haviam buscado para o “problema do Sol”. Como previsto, não era possível representar os 5 valores calculados com cartolina e barbante dentro de uma mesma escala. Apenas depois que todos já tinham percebido que não daria certo, expliquei que poderiam representar o Sol e sua distância até a Terra por outros objetos e pontos de referência, como casas, carros, prédios, estabelecimentos comerciais e locais da região que fosse do conhecimento deles.

Durante a tarefa, uma estudante, espantada com as diferenças nas dimensões, olhando para os cálculos que representavam seu sistema Sol – Terra – Lua, exclamou: *“Nossa! Mas a Lua é tão pequenininha e parece ser tão grande!”*. Este foi, com certeza, o momento mais marcante para mim naquele encontro. A percepção por parte dela de algo tão cotidiano na sua vida e que foi alcançado sem a interferência de um professor.

Após aproximadamente 1 hora e 20 minutos, todos já tinham terminado a atividade, o que foi mais do que eu havia esperado. Assim restou pouco tempo para discussões já que no início da aula usamos 20 minutos discutindo as ideias e métodos usados pelos gregos para estimarem as dimensões trabalhadas durante a aula. Rapidamente os grupos apresentaram suas escalas e montagens, além dos referenciais escolhidos para o Sol. Alguns associaram o Sol às suas casas ou à escola. As figuras a seguir representam duas montagens elaboradas pelos grupos.



Figura 5: Exemplos – Maquete Terra – Lua (Fotos do autor)

Algumas características das atividades com abordagem investigativa estiveram muito presentes ao longo desse experimento. Ao incentivar os estudantes a pesquisar e apresentar os métodos utilizados pelos gregos para estimar o raio da Terra e sua distância ao Sol, busquei estimular autonomia e propiciar mais um momento de debate. A surpresa dos estudantes com os dados da pesquisa e com os resultados encontrados ao elaborarem as escalas dos três astros estudados foi um reflexo de que os participantes reconheceram as situações abordadas e as valorizaram como problemas.

Atividade 4

O quarto encontro, no qual realizamos esta atividade, foi para mim o mais surpreendente, pois se tratou de uma atividade teórica semi-estruturada que valorizou com sucesso o debate e a argumentação. Através desta tarefa, ficou claro para mim

como uma atividade investigativa pode ser teórica, valorizar o debate e a argumentação, e permitir múltiplas interpretações, como descreve Sá et al (2007) ao analisar as características das atividades com esta abordagem.

Os estudantes tinham que pesquisar expressões culturais relacionadas ao “lado oculto” da Lua. Como esperado, muitos desconheciam este termo e o fato de nosso satélite natural apresentar um movimento peculiar. Depois de aproximadamente 20 minutos de pesquisa, sugeri que passassem para outros tópicos da atividade que consistiam em perguntas mais simples e de conhecimento geral da maior parte dos estudantes.

Inicialmente os grupos começaram de forma discreta as discussões sobre o tema, mas rapidamente as rodas de conversa começaram a ganhar debates mais acalorados. Várias ideias surgiam e se ramificavam em diferentes correntes de pensamento. Um dos grupos não chegou a um consenso e sugeri que explanassem sobre as duas hipóteses diferentes. No momento das apresentações, os demais grupos buscavam assimilar conceitos para os seus próprios modelos, e procuravam inconsistências nos modelos apresentados de forma a refutá-los. Um grupo apresentou uma teoria onde a Lua seria um disco, um objeto de apenas duas dimensões e sugeriu que este disco não apresentaria movimento de rotação em torno de um eixo próprio. Alguns estudantes apontaram as fases da Lua, o não conhecimento de um objeto de apenas duas dimensões e até a ida do Homem à Lua como argumentos que contrapunham esta hipótese de que a Lua seria apenas um disco. Ótimas ideias eram expostas, mas uma a uma “caíam” diante dos argumentos apontados pelos outros estudantes.

Ao final, um dos grupos, após ser questionado sobre a relação entre os períodos de rotação e translação da Lua, de improviso, propôs que os dois tempos fossem iguais. E que por isso a Lua realizaria 1 volta ao redor da Terra no mesmo intervalo de tempo em que realizaria 1 volta em torno de seu próprio eixo. Alguns grupos perceberam a ideia como viável, mas a maioria não compreendeu as consequências. Com o intuito de exemplificar o sistema proposto, que aliás está correto e é aceito hoje como a explicação para o movimento singular da Lua em torno da Terra, propus uma dinâmica que já havia pensado caso essa situação ocorresse. Nela 4 alunos “fizeram o papel” da Terra e ficaram sentados de costas uns para os outros, em um círculo. Outro aluno representou a Lua. Pedi que a “Lua” simulasse um

movimento apenas de rotação em torno de seu próprio eixo e que os estudantes “da Terra” descrevessem o que estava acontecendo. Como não houve translação da “Lua” em torno da “Terra”, apenas um lado do planeta enxergou todos os lados do satélite natural. Em seguida a “Lua” simulou um movimento apenas de translação em torno do “planeta”, e mais uma vez este grupo descreveu as diferenças. Neste novo formato, cada lado do planeta enxergava sempre uma face específica do satélite natural. Por último pedi que a “Lua” executasse um movimento específico, a rotação de exatamente 1 volta em torno da “Terra” ao mesmo tempo que efetuava 1 volta em torno de seu próprio eixo. Todos os “lados da Terra” enxergaram exatamente o mesmo lado do estudante que representou a Lua. Aproveitando o tempo que restava para o final deste momento da intervenção, discutimos algumas dúvidas relacionadas aos motivos deste movimento e assistimos a um vídeo na internet para trazer a mesma explicação, mas com recursos de animação.

Ao elaborar a sequência didática que norteou este trabalho, esperava que esta fosse a aula menos empolgante e divertida por envolver “apenas” pesquisa, elaboração de modelos e discussão de ideias. Entretanto, foi o mais proveitoso de todos os nossos encontros. Corroborando com Sá et al (2007) que consideram que a situação e o modo como são propostas, podem atribuir um caráter investigativo a uma atividade não experimental. Segundo a autora, o que faz o ensino investigativo é mais o ambiente de ensino aprendizagem do que as atividades em si mesmas. Durante os seis encontros da intervenção busquei este ambiente através de debates e discussões. Todas as ideias eram válidas e quem as questionava eram os próprios estudantes. Eram eles quem decidiam se os modelos eram válidos ou deveriam ser alterados.

Atividade 5

Esta atividade foi realizada durante o quinto encontro da intervenção. Como as atividades 6 e 7 também estavam previstas para este dia, os grupos foram se alternando entre as atividades. Para a construção do protótipo de “Hovercraft”, os estudantes contavam com todos os materiais já previamente separados e os auxiliei na construção dos protótipos. Esta demonstração não foi a mais bem-sucedida do dia, pois o único local da escola que tínhamos à disposição era aberto e no dia ventava demais. Os ventos eram tão intensos que os protótipos, ao invés de levitarem, saíam

voando arrastados pelo vento. No interior da escola não encontramos um piso liso o suficiente para a realização da demonstração. Assim ela foi realizada dentro de uma sala de aula, unindo duas mesas grandes, que no dia a dia são utilizadas pelos professores. A atividade funcionou bem, mas não perfeitamente, já que os protótipos não percorriam uma distância suficientemente grande para que o ar dentro do balão fosse completamente esvaziado e assim, aumentasse o atrito entre o CD e a superfície. A solução foi encher muito pouco o balão e analisar o seu movimento ao ser impulsionado de maneira leve para um extremo da mesa.

Todos os grupos associaram o movimento do protótipo ao atrito entre o CD e a superfície. Enquanto o ar escapava pelo orifício da base, o sistema levitava reduzindo o atrito com a superfície da mesa e o movimento ocorria com atrito reduzido. Um dos grupos associou o brinquedo a um jogo que é encontrado em alguns estabelecimentos de jogos infantis conhecido como “Air Hockey”.



Figura 6: Exemplo “Air Hockey” (Fonte: <http://bit.ly/35x1ck3> . Acessado em 08/01/2020)

Atividade 6

Como descrito anteriormente, no dia e local de realização desta atividade, os ventos eram muito intensos e estavam interferindo nos resultados. Com a autorização da supervisão, mudamos o local escolhido e realizamos as demonstrações no interior da escola.

Todos os grupos contavam com integrantes que possuíam smartphones, assim pedi a eles que filmassem em câmera lenta as ações do grupo com o carrinho para que a análise sobre o experimento fosse mais precisa. Originalmente esta atividade seria realizada com um boneco, entretanto, como não consegui acoplar o boneco ao carrinho de maneira satisfatória, utilizei uma colher de plástico com cabo longo e flexível. As imagens realizadas pelos estudantes ficaram perfeitas. Foi completamente

possível distinguir as mudanças de movimento no carrinho através das consequências sofridas pela concha da colher. Quando o carrinho era acelerado para frente, a colher era flexionada de maneira que sua concha ficava para trás. Quando freado, a concha da colher era “arremessada” para frente. Ao fazer curva, a concha da colher era flexionada em uma direção radial à curva, em sentido oposto ao centro da trajetória.

A reação dos estudantes a uma situação que eles já conheciam foi interessante, pois os resultados observados já eram esperados por eles. Entretanto em momento algum trataram a demonstração com menosprezo ou buscaram no carrinho de controle remoto a diversão que não estavam encontrando na realização da atividade. Com muito zelo, eles simplesmente analisaram os vídeos, fizeram analogias com situações no trânsito ao andar de carro e ônibus, ou ao andar de bicicleta. Segundo Sá et al (2007), estas analogias demonstram como as atividades investigativas partem de situações que os estudantes podem reconhecer e valorizar como problemas

Atividade 7

Assim como na atividade anterior, os estudantes filmaram o movimento deste carrinho de controle remoto e prenderam nele um pincel de tinta para facilitar a análise. Ao girar em torno do parafuso preso à base, o carrinho descreveu uma trajetória circular, que foi evidenciada pelo círculo desenhado no chão devido ao pincel de tinta. Após algumas voltas, com a ajuda de uma tesoura, a corda foi cortada e, por não haver uma força resultante para alterar seu estado de movimento, o carrinho passou a se locomover de maneira retilínea com velocidade constante em uma trajetória tangente ao ponto de ruptura da corda.

Dentre as 3 atividades propostas para o penúltimo dia de intervenção, esta era a mais simples de ser realizada. A única dificuldade encontrada pelos grupos foi cortar, de maneira ágil, a corda de nylon que impunha ao carrinho o movimento circular. Cortá-la de maneira a não influenciar o movimento já que uma ação brusca com a tesoura poderia agir como uma força externa ao sistema analisado e assim alterar a trajetória do carrinho. Em função dessa sutileza necessária para realizar esta parte da atividade, alguns grupos tiveram que repetir o experimento.

Após a realização de todas as atividades, os participantes debateram dentro dos seus respectivos grupos e descreveram em seus relatórios as conclusões que

havia chegado a partir das demonstrações. Em seguida, cada grupo apresentou para os demais as suas ideias sobre as diferenças e semelhanças entre os movimentos analisados nos três momentos vivenciados. É de fundamental importância que os estudantes socializem os seus resultados, já que estes momentos se mostram como oportunidades para que explorem as ideias que têm e confrontem suas ideias com outras novas (MAUÉS e LIMA, 2006).

Todos os grupos já conheciam o conceito de inércia e o aplicaram de maneira correta nas 3 demonstrações propostas. Todos associaram corretamente a influência do Sol sobre o movimento da Terra, assim como se deu o movimento do carrinho em torno da base e também o que ocorreria com a translação terrestre caso o Sol sumisse do Sistema Solar.

As 3 demonstrações realizadas podem ser classificadas como práticas investigativas estruturadas, já que os estudantes receberam os materiais para utilização e foram instruídos com relação aos problemas a serem investigados e os procedimentos a serem realizados. Elas permitiram que os estudantes aplicassem e avaliassem teorias científicas além de propiciar a obtenção e a avaliação de evidências. Segundo Sá et al (2007), a apropriação do conhecimento científico pelos estudantes depende da criação de situações em que esse conhecimento científico possa ser aplicado e avaliado na solução de problemas.

Questionário Pós-Intervenção

O último dia de intervenção foi reservado para a aplicação do mesmo questionário do primeiro dia e isto gerou uma frustração nos estudantes. Eles expuseram o desejo de um encerramento com atividades investigativas, assim como ocorreu durante as 4 sextas feiras anteriores. Expliquei a eles o porquê de realizar o mesmo questionário e que como eu havia dito no primeiro encontro, quem estava sendo avaliado era a intervenção.

Os estudantes responderam ao questionário e, antes de ir embora, agradeceram a oportunidade de participar da pesquisa. A aluna que no primeiro encontro havia se mostrado frustrada por realizar “mais uma prova”, expressou ter adorado participar do projeto e que de forma alguma poderia ter se arrependido dos seis encontros de sexta feira. Brincou que se sentia sim “mais inteligente” e que gostaria que tivéssemos mais encontros. Vale relatar que muitos estudantes disseram

que gostariam que o dito “Clube de Astronomia” continuasse até o final do ano.

Ao comparar as respostas ao questionário antes e após a intervenção, a grande diferença nas respostas diz respeito às representações gráficas do sistema Sol – Terra – Lua. Todos os estudantes desenharam de maneira mais proporcional os três astros e suas distâncias relativas. Entretanto alguns ainda desenharam uma Lua grande demais em relação ao Sol representado. As maiores dificuldades nas explicações e as respostas menos completas referiram-se à Lua e seu movimento em torno da Terra. Alguns estudantes não conseguiram explicar satisfatoriamente a relação de períodos de rotação e translação da Lua que confere a ela a característica de sempre ter a mesma face voltada para a Terra. Ainda com relação ao nosso satélite natural, outra grande dificuldade foi explicar o porquê de a Lua não “cair” na Terra. Poucos estudantes conseguiram expressar de maneira contundente suas impressões sobre a força centrípeta que garante uma velocidade orbital sem aceleração tangencial que confere à Lua um movimento circular.

Acredito que essa dificuldade apresentada possa ser explicada pela complexidade do movimento e pela falta de prática em verbalizar os conceitos da Física. Entendo que esse seja um grande defeito do sistema de educação tradicional que se adota no país. Existem poucos momentos de discussão, debate e confronto de ideias. Ainda mais escassas são as oportunidades de os estudantes expressarem suas ideias de maneira que ultrapassem os limites dos cálculos matemáticos. Em geral, as avaliações na disciplina de Física contemplam excessivamente o tratamento matemático dos fenômenos e não incentivam outras formas de expressar soluções. Uma possível solução seria explorar o fenômeno com outras atividades e analisar sua possível explicação em mais oportunidades, antes de avaliar a compreensão dos estudantes acerca dele.

Conclusão

Ao longo dos 13 anos que leciono como professor de Física, me acostumei a escutar as reclamações dos estudantes sobre a dificuldade da disciplina, o “excesso” de fórmulas a serem decoradas e o intenso tratamento matemático que é necessário para a resolução dos exercícios. Entretanto ao analisar qualitativamente os relatórios provenientes deste trabalho de pesquisa, as respostas aos questionários aplicados durante a intervenção e refletindo sobre as explicações que leio habitualmente nas avaliações escolares, percebo que a maior dificuldade dos estudantes se encontra em verbalizar as ideias e os conceitos estudados na Física.

Inicialmente este projeto tinha como objetivos suprir a falta de um estudo mais aprofundado da Astronomia para os meus estudantes no ensino médio, além de despertar neles um maior interesse em Física e sobre como a Ciência é produzida. Diante da reação e efusiva participação do grupo em todas as atividades dessa minha pesquisa, entendo que estes objetivos foram alcançados. Após encerrados os encontros da intervenção, todas as semanas subsequentes ouço de alguns deles se realmente não seria possível voltarmos com o projeto. A intervenção foi satisfatória, mas não foi perfeita. As respostas dos questionários mostram que alguns fenômenos relacionados à Lua não foram devidamente abordados ou não foi dedicado a eles tempo e atividades suficientes para trabalhar esses fenômenos com mais clareza.

A maior característica do grupo que compôs o projeto era o fato de estarem ali como voluntários. Esta característica foi ao mesmo tempo uma vantagem e uma desvantagem para a intervenção. Se por um lado não pude contar com todos os estudantes em todos os encontros, por outro, a participação de todos era sempre fantástica. Os estudantes queriam falar, discutir as explicações, explicar os seus modelos e confrontar as ideias. Percebo que por isso eu também tenha me envolvido demais com as atividades e com as reações do grupo ao longo da realização das tarefas. O que entendo que não seja interessante para uma pesquisa, pois como tal requer um olhar mais imparcial por parte do observador. Entretanto, aquela situação não era nova apenas para os estudantes. Também para mim, um ambiente tão aberto onde os estudantes tinham tantas possibilidades de discussão e liberdade de ação, era uma nova experiência.

Uma grande dificuldade que encontrei ao realizar a intervenção foi conseguir com a direção da escola algumas datas e horários para que o projeto fosse

implementado. Não foi uma questão de má vontade por parte dos coordenadores e diretores. E sim uma enorme demanda de mais de 800 estudantes que circulam pela escola todos os dias entre cursos de ensino médio, qualificação profissional e técnico. Na tentativa de aproveitar o máximo de atividades com um restrito número de aulas, acredito que tenha me equivocado, já que estive atrasado com o meu planejamento durante quase todo o projeto. E, no último encontro, com o intuito de cumprir todo o cronograma que eu havia pensado, apliquei 3 atividades em um único dia. Após analisar com mais calma percebo que deveria ter feito sempre uma atividade por encontro para que os momentos de discussão fossem melhor aproveitados.

Apesar de ter tido um contato prévio com o Ensino de Ciências por Investigação durante a minha graduação em Física e de, ao longo da minha carreira como professor, já ter aplicado outras atividades com a mesma abordagem, nesta intervenção vivenciei uma experiência diferente. Esperava que quase dois anos estudando este tema me proporcionassem uma maior maturidade para conduzir o projeto de maneira menos intervencionista. No ensino por investigação os estudantes são os protagonistas do processo e por isso eles ditam o ritmo da aula e cada avanço na discussão das ideias é construído pelo grupo. Percebo que em alguns momentos posso ter me fascinado com o cenário de grande participação e engajamento dos estudantes e que deveria ter me posicionado de maneira mais neutra e imparcial nas discussões e atividades. Além disso, acredito que deveria ter utilizado gravações em vídeo como outro recurso de coleta de dados da intervenção. Essas filmagens possibilitariam um nível de análise dos estudantes e seus comportamentos muito mais profundo do que foi alcançado. Um grande aprendizado para minha carreira e para os futuros estudos que pretendo realizar na área.

Referências

BARRETO, P. Possíveis representações pré-históricas de eocos (earth orbit crossing objects). In: ENCONTRO NACIONAL DE ASTRONOMIA, 4, Bahia, 2001. Anais... Salvador: Copydesk, 2001. 190p. p.81-94.

BRETONES, P.S. Disciplinas Introdutórias e Astronomia nos Cursos Superiores do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 1999.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. **Crítérios estruturantes para o Ensino de Ciências. In: Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a Prática.** CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. (org.). São Paulo. Pioneira Thonsom Learning. p. 1-17, 2004.

CHAVES, Alaor; **Física: Mecânica.** 1. ed. Rio de Janeiro: Reichmann e Affonso Editores, 2001. p. 132-132.

DRIVER, R., H. A., et al. (1999). "Construindo conhecimento científico na sala de aula." **Revista Química Nova na Escola**, 1(9). 31-40.

FRÓES, André Luís Delvas. Astronomia, astrofísica e cosmologia para o ensino médio. **Revista brasileira de ensino de física**, São Paulo, v.36, n.3, ago. 2014.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino da astronomia no brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista brasileira de ensino de física**, Bauru, sp, v. 31, n. 4, fev. 2010.

MAUÉS, Ely e LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. **Atividades Investigativas nas séries iniciais. Presença Pedagógica**, v.12, n.72, nov./dez. 2006.

MUNFORD, D; LIMA, M. E. C. D. C. E. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-111, jun./2007.

RODRIGUES, M. A. Os planetas do sistema solar em livros didáticos de ciências da quinta série do ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**: subtítulo da revista, Local, v. 2, n. 2, p. 1-10, 2007.

SÁ, E. F. de; PAULA, H. de; LIMA, M. E. C. D. C. E.; AGUIAR, O. **As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 6, Florianópolis, SC, Atas...SBF, 2007.

SOBREIRA, P. H. A. *Cosmografia Geográfica: a astronomia no ensino de Geografia*. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2006.