



JONIELTON PINHEIRO BACELAR

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM
DA ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**

**TERESINA - PI
OUTUBRO -2019**

JONIELTON PINHEIRO BACELAR

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO E
APRENDIZAGEM DA ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal do Piauí no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Dra. Edina Maria de Sousa Luz

TERESINA - PI

2019



**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO E
APRENDIZAGEM DA ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**

JONIELTON PINHEIRO BACELAR

Orientadora:

Dra. Edina Maria de Sousa Luz

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Piauí no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: 04 de outubro de 2019

Comissão Examinadora

Dr. Agmael Mendonça Silva

Dr. Cláudia Adriana de Sousa Melo

Dra. Edina Maria de Sousa Luz

Dr. Gladstone Alencar Alves

Dra. Hilda Mara Lopes Araújo

TERESINA- PI

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial de Ciências da Natureza - CCN

B116s Bacelar, Jonielton Pinheiro.

Sequencia didática como proposta para o ensino e aprendizagem da astronomia no ensino médio / Jonielton Pinheiro Bacelar. – Teresina: 2019.

129f.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-Graduação em Ensino de Física – MNPEF/UFPI, 2019.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Edina Maria de Sousa Luz.

1. Ensino de Física. 2. Sequência Didática 3. Astronomia – Ensino Médio. I. Título.

CDD 537.6

Bibliotecária: Caryne Maria da Silva Gomes CRB3 - 1461

A meu pai João da Cruz (in memoriam), a minha mãe, Assunção de Maria;
A minha esposa Juliana e a meus filhos; Rebeca e George.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Piauí, por me permitir dar os primeiros passos em busca do conhecimento científico para a minha formação profissional e humana. A todos os seus programas que me envolveram na busca de uma formação sólida e continuada. Tenho um profundo sentimento de gratidão por todos os professores que como mestres nos ensinaram a compreender o mundo físico para prover um mundo melhor para nossa sociedade.

A Sociedade brasileira de física por oportunizar a realização desta pós-graduação. Um programa que permite aos profissionais da educação básica uma melhor qualificação dentro da realidade complexa da educação brasileira e em específico a área de ensino da física

A todos os professores que fazem parte do programa e ministraram com muito êxito as disciplinas que favoreceram a nossa formação acadêmica. Ao coordenador do programa local prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa filho pela atenção e esclarecimentos.

À minha orientadora, Dra. Edina Maria de Sousa Luz, pelas sábias orientações para o trabalho, além da calma, paciência, empenho, dedicação, cuidado e motivação que teve comigo.

A única coisa que interfere com meu aprendizado é a minha educação. Educação é o que resta depois de ter esquecido tudo que se aprendeu na escola.

Albert Einstein

RESUMO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO

Jonielton Pinheiro Bacelar

Orientadora:

Dra. Edina Maria de Sousa Luz

O presente trabalho surgiu do seguinte questionamento: de que forma podemos desenvolver o ensino e aprendizagem da Astronomia no Ensino Médio a partir de uma sequência didática? Assim delimitamos o seguinte objetivo geral; desenvolver uma sequência didática para o ensino e aprendizagem da astronomia para ensino médio. A sequência didática foi fundamentada e organizada com base nos princípios da teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A sequência didática como proposta para o ensino e aprendizagem da astronomia no ensino médio foi desenvolvida e aplicada na escola pública, Centro de Tempo Integral Didácio Silva, localizado em Teresina-PI. A metodologia de caráter qualitativa foi desenvolvida na sequência didática em três fases distintas; (1) aplicação de um pré-teste que norteou os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos básicos da Astronomia; (2) o passo seguinte foi a aplicação de seis atividades referentes ao tema Astronomia: questionário pré-teste, oficina de construção de lunetas, leitura do texto sobre como Galileu desenvolveu a ciência moderna, música e astronomia, uso do aplicativo “sky map” e pós testes. As atividades foram aplicadas durante o calendário escolar de 2018 e 2019.1. Em todas as intervenções pedagógicas a sequência didática foi apresentada de forma ordenada e articulada com o plano de curso da escola e se indagando sobre as possibilidades facilitadoras da aprendizagem dentro da necessidade e realidade dos alunos pesquisados. Pôde-se perceber, por meio da aplicação da sequência didática, que os alunos foram motivados ao aprendizado da Astronomia, pois as diferentes atividades propostas possibilitaram diferentes ações pedagógicas. Os resultados evidenciaram de forma exitosa a motivação dos discentes em se envolver com as atividades propostas a partir de curiosidades que a própria temática astronomia propiciou. A aprendizagem significativa se evidenciou por meio da participação dos alunos em suas construções, permitindo a interação entre eles e também propiciando a troca de informações a partir de seus conhecimentos prévios sobre a temática proposta.

Palavras-chave: Ensino de Física; Sequência Didática; Ensino de Astronomia.

ABSTRACT

TEACHING SEQUENCE AS A PROPOSAL FOR TEACHING AND LEARNING ASTRONOMY IN HIGH SCHOOL

Jonielton Pinheiro Bacelar

Advisor:

Dra. Edina Maria de Sousa Luz

The present work started across to asking the question: How can we develop the teaching and learning of Astronomy in High School from a didactic sequence? Thus we have outlined the following general objective, to develop a didactic sequence for teaching and learning astronomy for high school. The development of the didactic sequence was organized based on David Ausubel's theory of Meaningful Learning. The didactic sequence as a proposal for teaching and learning astronomy in high school was developed and applied in the public high school: Centro de Tempo Integral Didácio Silva , located in Teresina-PI. The qualitative methodology was developed in the didactic sequence in three distinct phases; (1) application of a pretest that guided students' previous knowledge of the basic concepts of astronomy; (2) The next step was the application of six astronomy activities: pre-test questionnaire, telescope-making workshop, reading how Galileo invented modern science, music and astronomy, using the sky map application and post tests. The activities were applied during the school calendar 2018 and 2019. In all pedagogical interventions the didactic sequence was presented in an orderly and articulated manner and asking about the facilitating possibilities of learning within the needs and reality of the students surveyed. It was possible to realize through the application of the didactic sequence that the students were motivated to learn Astronomy, because the different proposed activities allowed different pedagogical actions. The results successfully demonstrated the motivation of the students to get involved with the proposed activities based on curiosities that the astronomy theme itself provided. The students' participation was described through their constructions, allowing the interaction between them and also providing information exchange from their previous knowledge about the proposed theme.

Keywords: Physics Teaching; Following teaching; Astronomy Teaching.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO 2 - O ENSINO DA ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	13
2.1 Breve história da Astronomia.....	13
2.1.1 O ensino da Astronomia no Brasil.....	14
2.1.2 O Ensino da Astronomia em Nossos Dias.....	17
2.2 O sistema solar	18
2.3 Surgimento da gravitação universal.....	23
2.3.1 Leis de Kepler	23
2.3.2 Gravitação Newtoniana.....	26
CAPÍTULO 3 - APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	30
CAPÍTULO 4 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	39
CAPÍTULO 5 - METODOLOGIA	45
CAPÍTULO 6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	73

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A presente dissertação parte do seguinte questionamento: de que forma podemos trabalhar o ensino e aprendizagem da Astronomia no Ensino Médio a partir de uma sequência didática? Partiremos da compreensão que os alunos têm sobre a Astronomia. Mas qual a definição de Astronomia? A Astronomia é uma ciência natural que estuda os corpos celestes. É uma das mais antigas ciências, fato observado pela contribuição de muitos povos antigos, como babilônios, chineses e outros. Com o surgimento da luneta o homem passou a olhar para o céu de uma forma muito mais próxima, o que lhe revelou muitos outros fenômenos. Nos últimos dias, com extrema rapidez a notícia de uma descoberta cósmica chegou às manchetes e isso revela um interesse não só daqueles que controlam a mídia, mas de um verdadeiro interesse popular pela ciência, pois segundo Tyson (2017, p.9), “nos últimos anos, não se passa mais de uma semana sem que a notícia de uma descoberta cósmica chegue às manchetes”.

Ao longo dos avanços tecnológicos a construção de equipamentos mais sofisticados em busca da observação do Universo deu origem a muitos problemas para o aprendizado da astronomia, pois segundo Horvath (2013), “o contínuo desenvolvimento da tecnologia tem provocado o afastamento progressivo do contato direto com as ciências pelo professor e pelos alunos”. Um exemplo são as novas descobertas vindas do espaço, onde um grupo restrito de pesquisadores e cientistas tem seus nomes divulgados na mídia internacional ao divulgar determinados fenômenos, fenômenos estes, que poderiam ser melhor compreendidos pelos alunos do Ensino Médio e pela comunidade em geral se suas formações na educação básica permitissem, de uma forma mais prática, o contato com as experiências científicas. A dificuldade da interação dos professores e dos alunos com experimentos científicos, em especial o ligado a Astronomia dificulta qualquer abordagem pedagógica e por fim o ensino e o aprendizado.

A Física, como ciência pura, tem como um dos seus objetivos principais a observação dos fenômenos naturais, portanto, deveria ser mais facilmente compreendida pelos alunos durante a formação básica do ensino médio, tendo em vista que o homem ao longo da história buscou interagir com a natureza para garantir sua própria sobrevivência. Essa interação, de fato, possibilitou a construção histórica do conhecimento físico científico. Mesmo com os

avanços da tecnologia atual, o ensino de física se espelha ainda nos métodos mais tradicionais de ensino e que na maioria das vezes, não permite motivar a maior parte dos alunos ao aprendizado que favoreça uma formação necessária em física.

As considerações mencionadas nos possibilitaram delinear como objetivo geral deste estudo, que foi o de desenvolver uma sequência didática para o ensino e aprendizagem da astronomia no ensino médio. Para tanto, levantamos os objetivos específicos: 1) verificar por meio de um pré-teste os conhecimentos prévios dos alunos do segundo ano do ensino médio acerca do conceito de Astronomia; 2) elaborar e aplicar uma sequência didática direcionada a aprendizagem significativa nos alunos e 3) verificar os conhecimentos significativos dos alunos sobre Astronomia após aplicação e desenvolvimento da sequência didática mediante as atividades propostas.

A sequência didática se fundamentou na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, por permitir um direcionamento das atividades com os alunos do conteúdo Astronomia que favorecesse o ensino e aprendizado em seus diferentes níveis de desenvolvimento. A sequência envolveu a aplicação de diversas atividades, tanto individuais como coletivas, como também foram desenvolvidas atividades com o uso de simuladores computacionais gratuitos.

A sequência didática como proposta para o ensino e aprendizagem da astronomia no ensino médio, não teve a intenção de provocar uma formação sólida em física, mas em permitir aos alunos uma aprendizagem significativa a respeito do desenvolvimento histórico da astronomia e suas contribuições tecnológicas. Pois segundo Araújo (2012), a formação no campo da física permite ao homem uma visão de mundo atualizada a partir da compreensão de seu processo histórico a fim de desenvolver novas tecnologias para a aplicação de seu dia a dia.

As reflexões dimensionadas neste trabalho fazem referência as bases dos PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais) do Ensino Médio, que norteiam os conteúdos desse nível de ensino (BRASIL, 2002) a partir das subáreas: Movimentos (cinemática), Calor (termologia), Som e imagem (óptica e ondas mecânicas), Equipamentos elétricos e telecomunicação e Universo, Terra e vida (astronomia do sistema solar e cosmologia), deste último conteúdo, porém, a Astronomia é pouco explorado no Ensino Médio. Em muitas escolas do Ensino Médio o conteúdo Astronomia é reduzido a Lei da Gravitação Universal e quando muito as Leis de Kepler que são ensinados por meio de metodologias tradicionais, ou seja, demonstrações que envolvem apenas as habilidades matemáticas.

Outro aspecto a ser mencionado diz respeito à formação dos professores considerando que nos projetos pedagógicos dos cursos de licenciatura no geral, não contemplam a disciplina Astronomia, pois a mesma é vista de forma bem resumida dentro do conteúdo gravitação universal. Acrescente-se a isso, necessidade de materiais pedagógicos acessíveis aos alunos e professores, como o livro didático, biblioteca de experimentos e outros.

Há carência de se desenvolver novas metodologias de ensino, tendo em vista os baixos resultados dos alunos no conteúdo de ciências. Segundo a avaliação do exame nacional do ensino médio (ENEM) no ano de 2015, a área de ciências humanas teve média 558,1, linguagens e códigos média 505,3, matemática média 467,9 e ciências da natureza 478,8. Portanto, estes dados nos permitem afirmar a necessidade de trilhar novos caminhos na área de ciências da natureza a fim de permitir que novas metodologias acrescentem novas mudanças no ensino e conseqüentemente no aprendizado dos alunos do ensino médio.

Portanto, fazendo referência aos PCN, a partir da temática, Universo, Terra e Vida, a presente pesquisa desenvolveu como material educativo; uma sequência didática para o ensino e aprendizagem de física no ensino médio na área de Astronomia. A aproximação dos fenômenos relacionados a esta grande área por meio deste trabalho, favoreceu um ponto de partida para a reflexão de práticas educativas, inovadoras e transformadoras que possibilitaram aos alunos uma formação crítica sobre os fenômenos da natureza e um aprendizado construtivo de significados.

Assim, a sequência didática parte como um instrumento de trabalho com uma metodologia de ensino e aprendizagem definida, que procura ancorar os conhecimentos prévios dos alunos a fim de construir os objetivos definidos e relacionados com a temática proposta. A sequência didática terá os resultados almejados se for bem planejada, tendo como ponto de partida a reflexão dos objetivos a serem alcançados a partir da realidade que ela inserida.

Os capítulos seguintes são organizados da seguinte forma: No capítulo 2 se fez uma breve história das origens da astronomia a fim de se evidenciar o conteúdo que foi abordado em sala de aula. No capítulo 3, foi feita uma pesquisa sobre a aprendizagem significativa, o que permitiu a base teórica necessária para pesquisa, pois foi o parâmetro necessário para a avaliação deste trabalho e em específico o método de análise da aprendizagem dos alunos. Ao fim, a sequência didática foi aplicada e descrita na metodologia. Os resultados da sequência didática foram discutidos a partir de cada atividade aplicada.

CAPÍTULO - 2

O ENSINO DA ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

2.1 Breve história da Astronomia

Em 2009 foi nomeado o Ano Internacional da Astronomia pela ONU para comemorar os 400 anos desde que Galileu Galilei apontou sua luneta para o céu e fez descobertas surpreendentes. Entre elas estão quatro luas de Júpiter, as fases de Vênus, as manchas solares, os anéis de Saturno e a descoberta de que a Via Láctea é composta de estrelas. (DAMINELI, STEINER, 2010, p.11).

À medida que a tecnologia avança, conseguimos ver tanto quanto Galileu Galilei. Para tanto, Astronomia desdobrou-se em Astrofísica, Cosmologia, Astrobiologia, Planetologia e muitas outras especializações. Portanto, é um conhecimento gerado por muitas gerações que precisa estar ao alcance de todos, inclusive como já proposto para o ensino médio.

Ao contrário do que muitos supõem a Astronomia não é razão de deleite de alguns poucos. A Astronomia nasceu e cresceu gradativamente para suprir necessidades sociais, econômicas, religiosas e também, obviamente, culturais (BOCZCO, 1984, P. 2).

Assim, o nascimento da Astronomia remete as próprias necessidades humanas de sobrevivência, segundo Milone (2003, p.11);

As primeiras organizações sociais humanas precisavam medir a passagem do tempo em inúmeras atividades práticas, tais como: saber a época certa para plantar uma determinada cultura, antecipar as estações de cheia e vazante de um rio e conhecer as datas das celebrações religiosas. Por incrível que pareça, a primeira marcação de tempo ocorreu para períodos longos (meses e anos) e não para intervalos curtos (dias e horas). Os povos antigos necessitavam também conhecer o espaço geográfico local, com a finalidade de se deslocarem quando necessário (sempre com um rumo definido). Além do mais, quando a pesca, a caça e o comércio envolviam grandes distâncias, a necessidade de conhecer o caminho de ida-e-volta era óbvia.

A imaginação e a busca de compreender os astros levaram o homem a construir a base filosófica sobre o sistema solar. O pensamento filosófico europeu que predominou até o século XVI é o chamado modelo geocêntrico. A palavra Geo, em grego, significa Terra. O modelo geocêntrico, a qual a Terra era o centro do Universo foi sistematizado por Ptolomeu (astrônomo, matemático e geógrafo) no século II, a partir de ideias preexistentes. Nesse

modelo a Terra era o centro do Universo e em torno dela orbitavam os astros, além do Sol (NUSSENZVEIG, 2002, p.186).

Para explicar corretamente os movimentos e brilhos observados dos planetas, o modelo geocêntrico necessitava de uma série de complicações geométricas, como os Equiantes e Deferentes. O primeiro a explicar com simplicidade o modelo heliocêntrico, foi Nicolau Copérnico, em 1543. Um modelo em que o Sol ficaria no centro do Universo já tinha sido proposto por Aristarcos de Samos (281 a.C.) e Nicolas de Cusa (1401-1464), porém, sem maiores repercussões. (RODRIGUES, 2003).

Finalmente, no início do século XVII, o conceito de órbita circular foi abandonado. Foi Johannes Kepler que esclareceu de forma matemática a compreensão dos movimentos planetários e a introdução das órbitas elípticas. Graças ao seu trabalho, o movimento dos corpos celestes no céu foi totalmente compreendido. Citando, Tycho Brahe e Johannes Kepler, o físico FEYNMAN *et al* (2009) disse:

A história começa com os antigos observando os movimentos dos planetas entre estrelas e, finalmente, deduzindo que eles giravam em torno do Sol, um fato que foi redescoberto mais tarde por Copérnico. Exatamente como os planetas giravam em torno do Sol, levou um pouco mais de tempo para ser descoberto. No início do século XV existiam grandes debates sobre se realmente eles giravam em torno do Sol ou não. Tycho Brahe teve uma ideia que foi diferente de qualquer coisa proposta pelos antigos: a ideia dele foi que esses debates sobre a natureza dos movimentos dos planetas seriam mais bem resolvidos se as posições reais dos planetas no céu fossem medidas com precisão suficiente. Se a medida mostrasse exatamente como os planetas se moviam, então talvez fosse possível estabelecer um ou outro ponto de vista. Essa foi uma grande ideia - que para descobrir algo é melhor realizar algumas experiências cuidadosas, do que prosseguir com profundos argumentos filosóficos. Perseguindo essa ideia, Tycho Brahe estudou as posições dos planetas durante vários anos em seu observatório na ilha de Hven, perto de Copenhague. Ele fez tabelas volumosas, que foram depois estudadas pelo matemático Kepler, após a morte de Tycho, Kepler descobriu a partir dos dados algumas leis muito bonitas e notáveis, embora simples, sobre o movimento planetário.

2.1.1 O ensino da Astronomia no Brasil

Para compreender de que forma a Astronomia poderá ser melhor ensinada e aprendida no Ensino Médio, é importante também compreender as origens do desenvolvimento da Astronomia no Brasil. Observamos nesta pesquisa que a história do ensino da Astronomia no Brasil encontra-se com poucas referências. Porém, para que esta dissertação tenha seus

objetivos atingidos, é necessário fundamenta-se nos aspectos históricos da construção da Astronomia.

Embora não seja objetivo deste trabalho a história da educação, a compreensão da astronomia se fundamenta em suas origens como ponto de partida para a reflexão dos objetivos deste trabalho, a fim de entender e interagir no sentido de provocar os alunos do Ensino Médio dentro da área Astronomia.

A seguir se faz uma rápida explanação da Astronomia no Brasil por meio dos seguintes itens: Jesuítas, os antecessores à chegada da família real; Império e República.

- **Jesuítas, os antecessores à chegada da família real**

Os jesuítas formalizaram o ensino no Brasil e as referências do ensino da Astronomia permeia este período. Porém, a Astronomia não fazia parte do currículo jesuítico, mas a presença da Astronomia no ensino brasileiro estava ligada a formação de vários professores que continuaram a praticá-la. Segundo Abrahão de Moraes (1994, p. 111-116), a prática da Astronomia pode ser constatada nos trabalhos de Valentim Estancel (1621-1705), Aloísio Conrado Pfeil (1638-1701), Domingos Capassi (1694-1736), Diogo Soares (1684-1748) e Inácio Szentnartonyi (1718-).

Na metade do século XVIII, os jesuítas são expulsos e o Marquês de Pombal institui as aulas régias, que consistiam em aulas de ensino, assim houve a autonomia das disciplinas.

- **Império**

A Família Real portuguesa veio para o Brasil (1808) e em (1822) houve a independência do Brasil. A partir de então surge as escolas de formação superior para a formação das elites dirigentes do país. Entre os cursos relacionados ao ensino da Astronomia, criados por Dom João VI se faz referência a Academia da Marinha (1808) e a Academia Real Militar (1810), ambos instalados na cidade do Rio de Janeiro.

Segundo Mourão' (1979, p.428), "O ensino da Astronomia no Brasil surgiu na Academia de Guardas-marinha, em 1808". Para Campos (1995, p. 1), "O ensino da Astronomia no Brasil começa com a Carta de lei de 4 de dezembro de 1810 que criou a Academia Real Militar, responsável pelo ensino de matemática e Ciências".

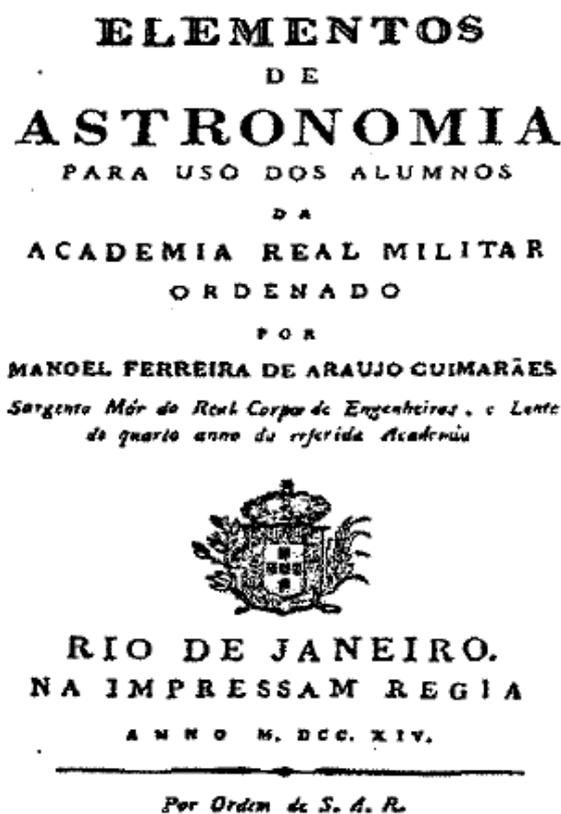
Com relação às matérias do segundo ano, os conteúdos eram os seguintes;

O lente do 2º. ano repetindo e ampliando as noções de cálculo dadas no lo., continuará depois, explicando os métodos para a resolução das equações, dando-lhe toda a extensão que atualmente tem, e procedendo às aplicações de álgebra e geometria das linhas e das curvas, tanto as do 2o.

grau como de graus superiores, passará depois ao cálculo diferencial e integral, ou das fluxões e fluentes, mostrando os mesmos, e as suas aplicações até aonde tem chegado nos nossos dias nas brilhantes aplicações á física, á astronomia e ao cálculo das probabilidades. O lente deverá formar o seu compendio debaixo dos princípios da álgebra, calculo diferencial e integral de la Croix, e terá cuidado de ir adicionando todos os métodos e novas descobertas, que possam ir fazendo-se ... Os alunos deste ano, além desta lição, outra que será alternativamente, um dia de geometria descritiva, extraindo o essencial da obra de Monge, e o outro de desenho (MOACYR, 1936, p.47-48).

Abaixo, uma publicação da época Imperial do Brasil relata a importância desta área na educação brasileira;

Figura 2.1 - Página de rosto do livro "Elementos de Astronomia



Fonte: Manoel F. de Araújo Guimarães, publicado em 1814.

- **República**

Em 1893, criou-se a Escola Politécnica de São Paulo, onde funcionou os primeiros cursos regulares de Astronomia. Entre os primeiros professores. Seus cursos de Astronomia objetivavam, principalmente, a formação de profissionais com prática suficiente para executar qualquer levantamento geográfico geodésico - astronômico. Insistia o professor na necessidade de formar uma equipe de engenheiros geógrafos, dada a importância de tal

trabalho para o Brasil, até então territorialmente pouco conhecido, treinando seus discípulos nos processos correntes de determinações astronômicas.

Nesta perspectiva de como foram criados e como funcionavam os primeiros cursos da área de Astronomia, no período da República;

"No fim do século passado, na Escola Politécnica de Porto Alegre, esboçou-se o primeiro movimento para a construção de um observatório. No início se pensou que um observatório fosse fundamental ao preparo dos engenheiros destinados a desempenharem comissões astronômicas e de Geodésia de interesse do Estado. " (MOURÃO 1979, p. 423).

Voltando a São Paulo, outro relato de Santos nos leva as origens do ensino da Astronomia;

(...) podemos situar como a origem mais remota do Instituto Astronômico e Geofísico, a própria Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo criada em 1886. Entretanto, do ponto de vista de caráter oficial, podemos situar esta origem na Diretoria do Serviço Meteorológico e Astronômico do Estado de São Paulo, criada pela Lei Estadual no. 2261 de 3 I de dezembro de 1927 que, em seu artigo I o., parágrafo único, determinava como sede da Diretoria, o Observatório Astronômico e Meteorológico, situado na Avenida Paulista, em São Paulo (SANTOS, P.M., 1984, p.3).

2.1.2 O Ensino da Astronomia em Nossos Dias

Segundo Horvath (2013), os fenômenos físicos são distanciados do fazer pedagógico, e isso causa um distanciamento profundo segundo o construtivismo. Assim, o ensino de Astronomia e outras ciências se encontram sem opções, o que torna o ensino enfadonho e repetitivo, enquanto isso, alunos e professores se afastam cada vez mais dos temas a serem tratados em sala de aula. Os PCNs recomendam uma série de temas desde as estrelas até a cosmologia e o *big bang*. Porém, nem mesmo os conteúdos do sistema solar são discutidos como deveriam em sala de aula. Assim, alunos e professores estão inseguros em se aprofundar nestes temas. Dessa forma, a Astronomia do Século XX é pouco atrativa, sendo um desafio para alunos com inclinação científica ($\leq 5\%$ do total, segundo estudos recentes, mas ainda assim vitais para a saúde e desenvolvimento das sociedades).

Para se ter um exemplo das evidências das dificuldades do ensino da Astronomia no Ensino básico, Canalle (1999) afirma ainda que; os fenômenos relacionados às fases da lua são transmitidos em muitos livros do ensino fundamental de forma pouco compreendida. Ele afirma que o erro mais grave é explicado em relação às variações da distância entre a Terra

e o Sol, para explicar que no verão a Terra está mais próxima do Sol e no inverno mais distante, esquecem, contudo, de esclarecer que enquanto é verão num hemisfério é inverno no outro e ambos pertencem ao mesmo planeta, portanto ambos estão à mesma distância do Sol.

Ainda segundo Horvath (2013), a percepção da natureza do ser humano deu passagem há muito tempo a percepção através dos instrumentos, muito complexos e eficientes, mas totalmente alheios as pessoas enquanto suas vivências e experiências no dia a dia. Assim, criou-se uma divisão cada vez mais profunda entre aquilo que vemos e tentamos compreender, como por exemplo os fenômenos atmosféricos, a Lua, eclipses e outros fenômenos e aquilo no qual devemos confiar, já que creditamos apenas aos cientistas de notável saber e aos gigantescos investimentos financeiros. Logo, nos fascinamos pelas imagens dos telescópios Hubble, Spitzer, VLT e outros, divulgados na mídia e assim delegamos completamente aos cientistas para nos dizer como funciona e como é composto o Universo.

Logo, o ensino de Astronomia se torna enfadonho, tendo em vista que a verdadeira motivação que se daria pela percepção dos fenômenos naturais se remete apenas aos cientistas, o que dificulta tratar os temas da astronomia em sala de aula, mesmo temas básicos como o sistema solar. Embora os PCNs recomendem temas indo desde o sistema solar, estrelas até o Big Bang, estes são tratados de forma pouco substancial no Ensino Médio. Desta forma, os professores se sentem inseguros e reticentes em se aprofundar nestes temas pouco familiares, embora sejam temas que se afluíram para a humanidade durante o século XX.

Diante desta realidade do ensino e aprendizagem da Astronomia no Ensino Médio, ainda se pode questionar os diversos fatores relacionados a formação dos professores.

2.2 O sistema solar

Nos últimos anos com avanço da tecnologia, nosso sistema solar passou a ser melhor compreendido, uma história que começou a ser escrita a muito tempo atrás, mas que ainda continua. Nas últimas décadas, os modernos telescópios e sondas espaciais têm nos revelado imagens surpreendentes do sistema solar e de novas descobertas do universo e que inspiram ainda mais a mente curiosa a se questionar de tudo o que é mostrado na mídia, nos livros e revistas.

O lançamento de sonda espaciais têm aproximado cientistas dos nossos vizinhos do sistema solar, por meio de imagens e materiais coletados na superfície de alguns destes planetas. Assim, todos os planetas do sistema solar já foram visitados por meio de sondas, com exceção de Plutão, classificado recentemente como um planeta anão.

O Sistema Solar é muito mais do que apenas os planetas e seus respectivos satélites. Podemos definir o Sistema Solar como sendo o conjunto de todos os corpos celestes, independente de tamanho, estado físico ou propriedades, que estão gravitacionalmente ligados ao Sol, atraídos pela sua enorme gravidade e que descrevem órbitas em torno dele. Por isso, o Sol é o centro de referência em torno do qual todos os objetos pertencentes ao sistema solar descrevem suas órbitas. Entre esses objetos estão incluídos os planetas, satélites, asteroides, cometas, e partículas de gás e poeira interplanetárias que se espalham pelo espaço existente entre os moradores desse Sistema.

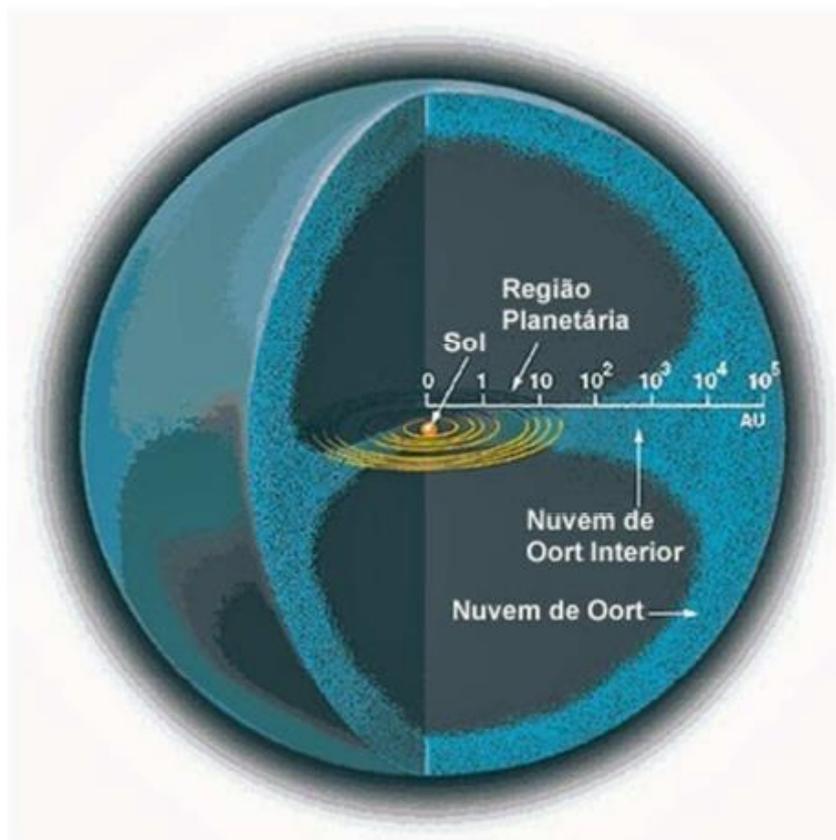
Para melhor descrever o Sistema Solar os astrônomos preferem dividi-lo em algumas partes que abrigam corpos possuidores de características semelhantes. Além do Sol, planetas terrestres e jupiterianos e seus satélites, existem três regiões no Sistema Solar que, ao invés de abrigarem apenas um corpo celeste, são a moradia de milhares ou milhões de pequenos objetos que também descrevem órbitas em torno do Sol. Essas regiões são:

- Cinturão de Asteroides: Localizado entre os planetas Marte e Júpiter, o Cinturão dos Asteroides é o local onde estão distribuídos a maioria dos asteroides que conhecemos.

- Cinturão Trans-Netuniano, também conhecido como Cinturão de Kuiper Esta região em forma de disco, com milhões de objetos, está localizado a partir da órbita do planeta Netuno. Ela é o local de origem de vários cometas que cruzam o Sistema Solar.

- Nuvem de Oort: Com possivelmente milhões de objetos, que seriam restos da formação do Sistema Solar, esta é a região mais longínqua do Sistema Solar, situada muitíssimo depois do planeta anão Plutão. A Nuvem de Oort (fig. 22, pág. 20), tem a forma de uma imensa esfera que envolve todo o Sistema Solar.

Figura 2.2 - Esquemática da Nuvem da Oort



Fonte: http://www.portaldoastronomo.org/tema_pag.php?id=4&pag=3

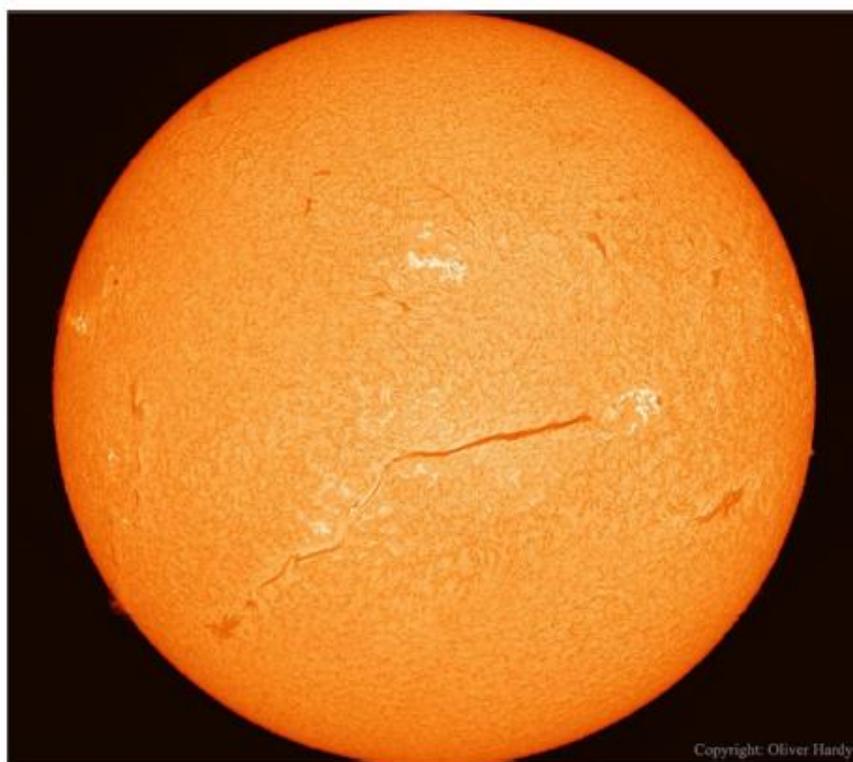
A suposição de que as dimensões da Terra é infinita fez parte da concepção de muitos povos. Imagina o que diriam do sistema solar?

À distância, nosso sistema solar parece vazio. Se você o fechasse em uma esfera – uma grande o bastante para conter a órbita de Netuno, o planeta mais exterior- então o volume ocupado pelo Sol e por todos os planetas e suas luas responderia por pouco mais de um trilionésimo do espaço ocupado. Mas ele não está vazio, o espaço entre planetas contém todo o tipo de pedras grandes, cascalho, bolas de gelo, poeira, fluxos de partículas carregadas e sondas enviadas de longe. O espaço também é permeado por monstruosos campos gravitacionais e magnéticos (TYSON, 2017, P. 141).

O sistema solar tem como referência o Sol, pois todos os corpos do sistema solar orbitam em torno dele. É a estrela mais próxima da Terra, o maior corpo do Sistema Solar, com aproximadamente 99% de toda sua massa. A 150 milhões de km da Terra é a fonte de luz e calor de todo o Sistema Solar. Ao contrario que muitos pensam o Sol não é uma bola de fogo e sim uma esfera de gás incandescente, onde reações nucleares ocorrem incessantemente, produzindo toda a energia necessária à vida em nosso planeta. Composto

principalmente por Hidrogênio e Hélio, se mantém estável possibilitando a existência de vida em nosso planeta.

Figura 2.3 – O Sol



Fonte: <http://www.astropt.org/2015/02/10/um-filamento-extremamente-longo-sobre-o-Sol-apod/>

O Sol como uma estrela, possui uma classificação em comparação ao seu brilho a de outras estrelas. Esta comparação do brilho de uma estrela é denominada magnitude. Há 22 séculos, o grego Hiparco tornou-se o primeiro a compilar um catálogo de 850 estrelas e a classificá-las de acordo com o brilho, numa medida que ele denominou magnitude. Sabe-se que ele as dividiu em seis grupos e no primeiro deles colocou as vinte estrelas que apareciam logo após o anoitecer. Eram os astros de primeira magnitude. Na sexta magnitude, reuniu os astros mais fracos. Hoje conhecemos o brilho de 6 milhões de estrelas variáveis e temos catálogos com 1,5 milhões de estrelas de magnitude acima de 15, além de 4 milhões de galáxias.

Esse sistema sofreu uma única reforma, em 1856, quando se notou que a luz das estrelas de sexta magnitude era cerca de 100 vezes menos intensa que a das de primeira. Ou seja, se a magnitude dá um salto de cinco, a intensidade dá um salto de 100. Assim, se um binóculo capta 100 vezes mais luz que o olho, permite ver estrelas de magnitude 11 (sexta +

5). Com o telescópio do Monte Palomar (5 metros de diâmetro), veem-se estrelas de magnitude 20: 400 000 vezes mais fracas do que aquelas visíveis a olho nu. Nos astros mais brilhantes, a magnitude fica negativa. Sirius, a estrela mais brilhante, tem magnitude -1,5. O planeta Vênus chega a ter -4,5 e a Lua cheia -12. Desenhos pré-históricos indicam que o brilho de algumas supernovas (estrelas que explodem) rivalizou com o da Lua. Ao avaliar astros extensos, como cometas e galáxias, é melhor usar a magnitude por área (a unidade de área é o segundo quadrado de arco). O cometa Halley ajuda a entender a razão: seu brilho total (3,5) foi igual ao da estrela Intrometida, do Cruzeiro do Sul, mas ficou quase invisível porque sua luz espalhava-se em área extensa. Em Monte Palomar detectam-se galáxias de até 23 magnitudes por segundo de arco. Esse limite acaba de subir para 28, e isso em telescópios menores, de 4 metros.

Assim, na escala de magnitude absoluta, o Sol é uma estrela modesta, de quinta magnitude (5 M), mas na escala de magnitude aparente, o Sol é soberano. Sua magnitude é a mais negativa, graduada como vigésima sétima (-27 m). Entre as estrelas do céu noturno, a estrela de maior magnitude aparente é Sírius, com -1,44 m, localizada a apenas 8 anos luz de distância do Sol.

Algumas estrelas parecem piscar enquanto as observamos, isto não quer dizer que elas realmente estão “apagando e ascendendo” na verdade é apenas uma ilusão de ótica. O que pisca não são as estrelas, mas sim as imagens que vemos delas. A luz brilhante desses corpos celestes atravessa mais de 100 quilômetros de atmosfera da Terra antes de chegar a nós. Durante este percurso, os raios são balançados pelo ar, dando a impressão de que as estrelas têm sua luminosidade alterada. É como observar o ralo de uma piscina do lado de fora dela. O balanço da água faz com que a imagem do objeto pareça sacudir. A atmosfera age na luz das estrelas da mesma forma. Como esses astros aparentam ser simples pontinhos luminosos, a distorção de suas imagens cria um efeito de pisca-pisca. Já com os planetas visíveis a olho nu – Mercúrio, Vênus, Marte e Júpiter – isso não ocorre. Como suas imagens no céu são maiores para nós do que as das estrelas, a distorção causada pelo ar não é suficiente para fazê-los piscar.

2.3 Surgimento da gravitação universal

As leis fundamentais da gravitação é a primeira das bases para o entendimento dos fenômenos astronômicos. Por meio da gravitação universal temos a explicação de como se dá o movimento do Universo, como as estrelas influenciam o meio a sua volta. Neste capítulo se descrevem as leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal de Isaac;

2.3.1 Leis de Kepler

Que influências mantém a Terra em órbita em torno do Sol? Que movimentos a Lua realiza em relação a Terra? Essas indagações surgiram a milhares de anos e sua resposta foi construída por muitas gerações. Muitos povos antigos atribuíam as divindades a explicação de vários fenômenos relacionados às percepções aparentes dos astros. Depois de milênios saímos de uma percepção da posição geocêntrica para a heliocêntrica no universo. A mudança de uma concepção geocêntrica foi decretada por Johannes Kepler, que concluiu a partir de suas observações que o modelo heliocêntrico de Copérnico baseado no trabalho fantástico de observação de Tycho Brahe era de fato comprovado. Posteriormente, Kepler pode fundamentar seu trabalho por meio do livro de Kepler *Harmonicis Mundi*, publicado em de 1619. Sua contribuição é conhecida como as Leis de Kepler, descritas a seguir;

- Primeira Lei (Lei das Órbitas): As órbitas dos planetas em torno do Sol são elipses nas quais ele ocupa um dos focos.
- Segunda Lei (Lei das Áreas): A área descrita pelo raio vetor de um planeta (linha imaginária que liga o planeta ao Sol) é diretamente proporcional ao tempo gasto para descrevê-la.
- Terceira Lei (Lei dos Períodos): O quadrado do período da revolução de um planeta em torno do Sol é diretamente proporcional ao cubo do raio médio de sua elipse orbital.

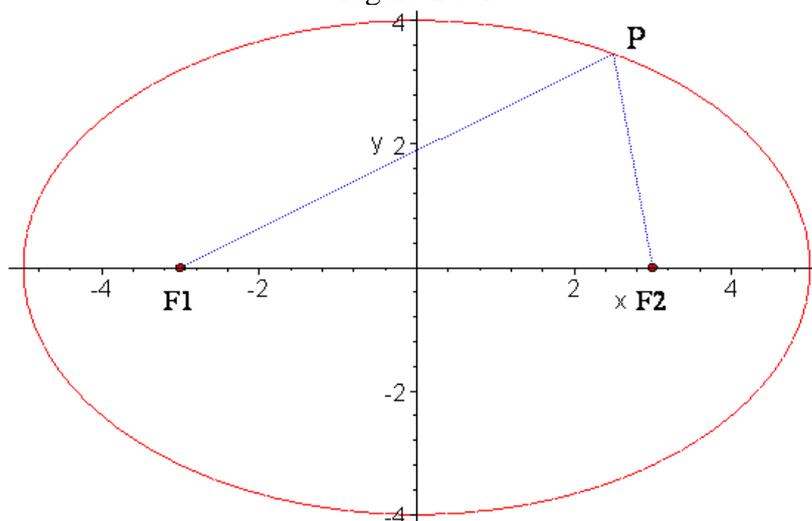
A Figura 2.3.1 mostra uma elipse com origem O e focos F1 e F2. O semieixo maior tem tamanho $2a$ e o semieixo menor $2b$. A distância entre os focos é $2c$. Admitindo-se que o Sol ocupa o foco F1, então tem-se que A é o afélio e A' é o periélio da órbita. Os raios d_1 e d_2 definem o raio orbital médio dado por;

$$R = \frac{d_1+d_2}{2} \quad (2.3.1)$$

A excentricidade de qualquer elipse é medida por:

$$e = \frac{c}{a}$$

Figura 2.3.1



Fonte: http://www.dmm.im.ufrj.br/projeto/precalculo/geo_3.htm

A tabela 2.3.1 exemplifica a excentricidade de alguns planetas do sistema solar;

Tabela 2.3.1: Excentricidade dos planetas do sistema solar

Planeta	Excentricida
Mercúrio	0,2056
Vênus	0,0068
Terra	0,0167
Marte	0,093
Júpiter	0,048
Saturno	0,056
Urano	0,046
Netuno	0,0097

Fonte: Nussenzveig (2009)

A primeira lei de Kepler mudou as concepções das orbitas dos planetas que eram circulares e perfeitas. Porém, suas excentricidades são pequenas e que permitiam resultados próximos para uma descrição circular.

A segunda lei de Kepler define a velocidade areolar;

$$Va = \frac{\Delta a}{\Delta t} \quad (2.3.2)$$

Onde, ΔA é a variação de área percorrida pelo raio vetor que liga o centro do planeta ao Sol num intervalo de tempo Δt .

Terceira Lei descrita abaixo é melhor compreendida a partir dos dados da tabela próximos usados por Kepler;

$$T^2 = \frac{k}{R^3} \quad (2.3.3)$$

Onde k é uma constante a ser determinada a partir do período T e do Raio médio R ;

A tabela 2.3.2 mostra as relações entre períodos e distâncias dos planetas do Sistema Solar.

Tabela 2.3.2: Relações entre períodos e distâncias dos planetas do Sistema Solar.

Planeta	T (dias terrestres)	R (km)	$\frac{T^2}{R^3}$
Mercúrio	88	$5,8 \times 10^7$	$4,0 \times 10^{-20}$
Vênus	224,7	$1,08 \times 10^8$	
Terra	365,3	$1,5 \times 10^8$	
Marte	687	$2,3 \times 10^8$	
Júpiter	4343,5	$7,8 \times 10^8$	
Saturno	10767,5	$1,44 \times 10^9$	
Urano	30660	$2,9 \times 10^9$	
Netuno	60152	$4,5 \times 10^9$	

Fonte: autor

Estas três leis, mostradas aqui de modo bastante simplificado, são capazes de descreverem os movimentos dos planetas do Sistema Solar com grande exatidão. Porém, não são capazes de dizer a causa do movimento, que necessitaria ainda de quase meio século para ser enunciada por Isaac Newton, em 1666. A cinemática do Sistema Solar estava pronta. No entanto, o que causava esses movimentos? Que forças permitiam essa dança? Isto será visto na próxima seção.

2.3.2 Gravitação Newtoniana

Embora as leis de Kepler descrevessem os movimentos planetários com exatidão, havia a necessidade de explicar porque os planetas permaneciam em suas orbitas. Foi somente durante o século XVIII que Isaac Newton, a partir da publicação do livro *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, que se pode explicar a dinâmica do movimento celeste. Por meio de três leis básicas, conhecidas como Leis de Newton, o movimento dos corpos pode ser explicado e justificados.

Newton, descreveu a primeira Lei ou Lei da Inércia, afirmando que todo corpo em repouso tende a permanecer nesse estado com relação a um referencial inercial, a menos que uma força externa mude seu estado de equilíbrio. Neste postulado, o termo força é considerado como algo que pode mudar o estado de movimento de um objeto num referencial inercial.

A Segunda Lei de Newton, que é a lei fundamental da dinâmica, afirma que a força resultante sobre um corpo num referencial inercial é igual a taxa de variação temporal do momento linear sentido por este corpo.

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (2.3.4)$$

Aqui m , é a massa do corpo e v o vetor velocidade medido no referencial dado. Logo;

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} \quad (2.3.5)$$

Pelo princípio da superposição, segue que;

$$\vec{F}_{1,res} = \sum_{i=2}^n \vec{F}_{1i} = \int d\vec{F} \quad (2.3.6)$$

Ou seja, a força resultante é o somatório de todas as forças que atuam sobre o corpo. E finalmente, a Terceira Lei de Newton, a Lei da Ação e Reação, estabelece que para toda ação existe uma reação, de igual intensidade, mesma direção e sentido contrário e que para que exista o par ação e reação, são necessários ao menos dois corpos.

Newton percebeu que a Terra exerce uma atração sobre os corpos que estão próximos e estendeu este princípio a Lua, onde a força que a mantém em sua órbita produz uma

aceleração para o seu centro, chamada de aceleração centrípeta. Esta compreensão permitiu a Newton aplicar suas leis ao Sol e aos planetas. Portanto, suas leis se aplicaram a todos os corpos do universo, pois as influências da força gravitacional possuem alcance instantâneo.

As interpretações da Terceira Lei de Kepler e das leis de Newton revelaram a Lei da Gravitação Universal de Newton. Consideremos um planeta numa órbita circular em torno do Sol. Este planeta de massa m , localizado a uma distância r do Sol e movendo-se com velocidade v , sente uma força centrípeta na direção de r dada por:

$$\vec{F} = m \frac{v^2}{r} \hat{r} \quad (2.3.7)$$

O período de translação do planeta em torno do Sol é dado por:

$$T = \frac{2\pi r}{v} \quad (2.3.8)$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad (2.3.9)$$

Com base na Terceira Lei de Kepler, tem-se a relação entre período e o raio da órbita circular (aqui tomado como o raio do círculo e não como raio médio R):

$$T^2 = Kr^3 \quad (2.3.10)$$

Ou seja,

$$v^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{kr^3} = \frac{4\pi^2}{kr} \text{ e } v^2 \propto \frac{1}{r} \quad (2.3.11)$$

De acordo com a lei da ação e reação, o planeta exerce uma força igual, porém de sentido contrário ao Sol. A força aplicada pelo planeta sobre o Sol, de massa M é dada por:

$$\vec{F} \propto \frac{M}{r^2} \hat{r} \quad (2.3.12)$$

Assim, a força gravitacional é proporcional ao inverso do quadrado da distância entre os objetos. Porém a genialidade de Newton, permitiu demonstrar a partir de construções teóricas do cálculo que a força gravitacional é dada por:

$$\vec{F} = \frac{G.M.m}{r^2} \hat{r} \quad (2.3.13)$$

A partir destas observações surgiu a dinâmica gravitacional, completamente coerente com as leis de Kepler. Ou seja, pode-se enxergar dinâmica onde antes só havia cinemática.

De forma semelhante se pode demonstrar a Lei dos Períodos de Kepler. Para isso, considere que ambos os corpos de massa m_1 e m_2 , orbitam o centro de massa comum a esse sistema, de onde cada corpo dista r_1 e r_2 , respectivamente. A força gravitacional será escrita como;

$$\vec{F} = G \frac{m_1.m_2}{(r_1 r_2)^2} \hat{r} \quad (2.3.14)$$

As forças centrípetas sentidas por cada um dos objetos celestes são dadas por

$$\begin{aligned} \vec{F}_1 &= \frac{m_1 v_1^2}{r_1} \hat{r} \\ \vec{F}_2 &= \frac{m_2 v_2^2}{r_2} \hat{r} \end{aligned} \quad (2.3.15)$$

Utilizando-se do fato de que $F_1 = F_2 = F$, tem-se;

$$G \frac{(m_1+m_2)}{(r_1+r_2)^2} = 4\pi^2 \frac{(r_1+r_2)^2}{T^2} \quad (2.3.16)$$

Desta forma, o valor da constante k na Lei dos Períodos torna-se:

$$k = \frac{4\pi^2}{G(m_1+m_2)} \quad (2.4.16)$$

Ou seja, k depende do valor das massas dos dois objetos. Considerando-se o caso específico do Sol e da Terra, tem-se que é inteiramente desprezível a massa da Terra. Ou seja, o centro de massa do sistema Sol -Terra está praticamente localizado no centro do Sol.

Assim, segundo Alonso e Finn (2009, p. 394), “O Sol, maior corpo celeste em nosso sistema planetário, coincide, praticamente, com o centro de massa do sistema e move-se muito mais lentamente do que qualquer planeta. Isso, justifica tomá-lo como centro de referência, pois praticamente ele é um referencial inercial. ” No entanto, no sistema Terra-Lua o mesmo não pode ser feito e deve-se sempre utilizar a massa dos dois objetos para o cálculo da constante. A Lei da Gravitação Universal de Newton é extremamente importante

e eficaz, pois foi fornecer previsões bastante acuradas sobre a dinâmica do Sistema Solar. Esta lei, juntamente com o princípio do Equilíbrio Hidrostático permite o entendimento de formação das estrelas, planetas e sistemas Solares de modo bastante simples.

CAPÍTULO 3

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A aprendizagem significativa é uma teoria que se constitui pela interligação entre a nova informação e o velho conhecimento. O novo conhecimento adquire significado, pelo fato de não ser literal e não arbitrário, tornando-o mais amplo, elaborado e duradouro. Nessa aprendizagem o conhecimento prévio é, com certeza, o elemento irrefutável no processo de aquisição do conhecimento. Segundo Moreira (2010, p.5), só podemos aprender a partir daquilo que já conhecemos, construindo uma relação quase que indissociável do novo conhecimento com o conhecimento prévio.

Segundo Ausubel, só se aprende a partir daquilo que se conhece. Sendo que este conhecimento deve fazer parte ou mesmo contribuir para a vida prática do educando, para que tudo o que é ensinado faça sentido para ele e desperte, com isso, o interesse em aprender.

No modelo de aprendizagem significativa, os conhecimentos prévios dos alunos são utilizados para construir mapas mentais, que são os próprios subsunçores. Segundo Moreira (2011, p.28), subsunçores são conhecimentos prévios especificamente relevantes para que os novos conhecimentos sejam potencialmente significativos, servindo, assim, para garantir que o conhecimento não se torne mecânico e repetitivo, sendo assim pouco aproveitado. Por esse motivo é necessário organizar os conceitos de modo hierárquico, fazendo a chamada organização conceitual.

Se por um lado Ausubel inova quanto às novas metodologias de ensino, por outro lado o mesmo ressalta a necessidade e a importância do método tradicional que, na sua visão, não deve ser condenado, pois é o primeiro passo para alcançar um objetivo final que é a aprendizagem significativa. Também não se deve censurar o método da memorização, pois, este é na maioria das vezes, essencial no início do processo de ensino aprendizagem.

A teoria de Ausubel parte do princípio da aprendizagem cognitiva, ou seja, a organização do conhecimento deve ser muito bem estruturada para servir como base para novas aprendizagens. Essas estruturas seriam os chamados subsunçores, que são informações preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Essas informações são sempre, a princípio, mais gerais e, conforme a assimilação de novos conceitos, os subsunçores se afunilam, se transformando em novas plataformas para novos conhecimentos.

Esse tipo de aprendizagem, onde os subsunçores são a base, normalmente se contrapõe a outro tipo de aprendizagem que é a mecânica, que se caracteriza pela memorização, não existindo relações entre as informações armazenadas. No entanto esse tipo de conhecimento será necessário para adquirir novas habilidades em novas áreas em que os subsunçores não existem. Por outro lado, quando esse tipo de ensino se refere à aprendizagem de crianças, essa teoria é substituída pela teoria de formação de conceitos, ou seja, o conhecimento acontece “através da assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa” (Novak, 1977(b), in Moreira, p. 20)

A aprendizagem significativa depende tanto do que está sendo ensinado como da disponibilidade do aluno para a aquisição de novos conhecimentos. Dessa forma, a capacidade para o aprendiz fazer inter-relações entre aquilo que se sabe com o que está sendo transmitido será muito mais fácil, assim sendo, facilitará as associações.

À medida que a aprendizagem significativa ocorre, conceitos são elaborados e diferenciados em decorrência de suas sucessivas interações, passando por uma introdução mais geral, de um conceito do que se quer ensinar e aprofundando-o, passo a passo, conforme a assimilação do aluno.

A aprendizagem significativa é sempre um dos grandes objetivos que estão presentes no processo de ensino aprendizagem e se relaciona com a evolução da estrutura cognitiva do indivíduo, chamada de aprendizagem cognitiva.

Vamos partir do pressuposto da teoria de Ausubel, segundo o qual “os conceitos resultam de uma experiência e são produtos fenomenológicos” (Moreira, 2000). Então cabe ao professor auxiliar o aluno na aquisição desse conhecimento e nas vivências das experiências que poderão facilitar a aprendizagem significativa que pode ser, como afirma Moreira (2000, p. 47-48): “Significativamente, com propósitos ‘organizacionais’ e integrativos usando os conceitos e proposições unificadora de uma dada disciplina, que tem maior explanatório, exclusividade, generalidade e violabilidade no assunto. Programaticamente, empregando princípios programáticos adequados à ordenação da sequência do assunto, partindo do estabelecimento de sua organização e lógica interna e, sucessivamente, planejando a montagem de exercícios práticos”.

Em resumo, o que Moreira está dizendo é que para facilitar a aprendizagem significativa é preciso dar atenção ao conteúdo e à estrutura cognitiva, procurando manipular os dois. É necessário fazer uma análise conceitual do conteúdo para identificar conceitos,

ideias, procedimentos básicos e concentrar neles o esforço instrucional. Analisando previamente o que se vai ensinar.

É preciso ressaltar que toda aprendizagem só é significativa se puder ser inserida na realidade de quem aprende. A condução dessa fase passa pela atividade do professor, que deve ser capaz de fazer o aluno perceber-se dentro de um contexto real e a partir de então buscar resolver problemas criando novas ideias que possam ser capazes de transformar sua realidade.

Mas a aplicação da atividade significativa e o resultado desejado não é difícil só dentro da sala de aula, pois o professor precisa vencer barreiras fora dela; entendendo que o seu sucesso depende, sobretudo do seu esforço e desejo de mudança, para isso na maioria dos casos e preciso “desmistificar a educação”.

Um pressuposto básico no processo da aprendizagem significativa é desafiar os conceitos já aprendidos, reconstruindo-os para que se tornem mais consistentes, possibilitando, a partir deles, a aquisição de novos conhecimentos.

Essa pode ser considerada uma tarefa exaustiva, porque não depende só do professor orientador, mas de todo um sistema educacional e social que precisa se voltar para a melhoria do ensino aprendizagem, tornando-o capaz de formar pessoas capazes não só de reproduzir conhecimentos, mas de serem autônomas, criar, planejar, interagir, socializar, enfim serem dinâmicas e objetivas ao mesmo tempo.

Pensado nisso é que podemos analisar a aprendizagem significativa como fruto desses novos tempos, “no qual o aluno é levado em conta, com todos os seus saberes e interações mentais” (Santos 2011, p. 2.) Capaz de “reconstruir o conhecimento e formar conceitos sólidos sobre o mundo, o que vai possibilitá-lo a agir e reagir diante da realidade” (Santos 2011, p. 2).

Iremos discutir a partir desse momento a aprendizagem significativa crítica, pois não basta ser significativa, mas também crítica, que para Moreira (2010, p, 7) significa: é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela.

É aquela aprendizagem, prognóstico, que garante ao educando fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela e produzir suas respectivas transformações. Refere-se a uma perspectiva humana em relação às ações de seu grupo social que garante ao indivíduo participar e interagir com tais atividades, mas, ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade está se afastando tanto que não está mais sendo percebida pelo grupo. É

esse o significado de subversivo para Postman e Weingartner (op. cit., p. 4), mas enquanto eles se ocupam do ensino subversivo, prefiro pensar mais em aprendizagem subversiva e creio que a aprendizagem significativa crítica pode subpor a esse tipo de subversão. É através da aprendizagem significativa crítica que o aprendiz poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias. É através dessa aprendizagem que ele poderá lidar construtivamente com a transformação sem deixar-se dominar por ela, manusear a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se refém da mesma. Por meio dela, poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, com a ideia de que o conhecimento é construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente. Creio que somente a aprendizagem significativa crítica pode contribuir para verdadeiramente formar cidadãos, capazes de entender e transformar sua realidade.

Segundo Moreira (2012), a aprendizagem significativa ocorre quando ideias expressas de maneira simbólica interagem de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Tal interação não ocorre com qualquer ideia prévia, mas com algum conhecimento relevante já existente na estrutura cognitiva desse aprendiz.

Tal conhecimento relevante, que pode ser um símbolo, um conceito, um modelo mental ou até mesmo uma imagem é de suma importância no processo ensino aprendizagem, sendo denominado por David Ausubel de subsunçor ou ideia-âncora. Ou seja, de maneira simples, subsunçor é o nome dado a todo conhecimento específico existente na estrutura de conhecimento do aprendiz, que lhe permite dar significado a um novo conhecimento apresentado ou por ele descoberto.

A não-arbitrariedade implica no relacionamento do novo conhecimento com um conhecimento especificamente relevante (subsunçor) e não com qualquer outro conhecimento existente na estrutura cognitiva do aprendiz. À medida que estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva, o conhecimento prévio serve como “âncora” para novos conceitos e estes serão retidos, ou seja, aprendidos significativamente. Quando essa “ancoragem” ocorre, o conhecimento prévio adquire novos significados e torna-se mais estável nessa estrutura.

A substantividade, de acordo com Moreira (1997) é a incorporação da substância do novo conhecimento, das novas ideias à estrutura cognitiva e não das palavras que as definam (não literal). A aprendizagem significativa não depende exclusivamente de determinados signos em particular, ou seja, um mesmo conceito pode ser expresso de diversas maneiras, por diferentes signos, que se equivalem em significados.

Para que haja aprendizagem significativa, duas condições são necessárias: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, ou seja, se relacionar de forma não-literária e não intencional; e 2) o aprendiz deve apresentar predisposição para aprender, ou seja, deve ter em sua estrutura cognitiva ideias-âncoras relevantes com as quais o material possa se relacionar (MOREIRA, 2012).

Para Ausubel a estrutura cognitiva prévia é o principal fator, tão importante que pode afetar a aprendizagem e a retenção de novos conhecimentos. Quanto mais claro, estável e organizado for o conhecimento prévio, maior sua influência na aquisição de conhecimentos de sua área. Nessa interação o novo conhecimento ganha significado, se integra e se diferencia do já existente, e este adquire novos significados, maior estabilidade, maior riqueza e maior capacidade de ancorar novos conhecimentos.

Caso o aprendiz não disponha de subsunçores adequados que lhe permitam atribuir significados aos novos conhecimentos, Ausubel propõe o uso de organizadores prévios. Segundo Moreira (2012): Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas. As possibilidades são muitas, mas a condição é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este.

Os organizadores prévios podem ser usados não somente quando os subsunçores se mostrarem deficientes, mas sempre quando o aluno não perceber ou não acreditar que o novo conhecimento se relacione aos seus conhecimentos prévios. Eles devem ajudar o aprendiz a

perceber como os novos conhecimentos estão relacionados às suas ideias, ou seja, aos subsunçores existentes em sua estrutura cognitiva.

Para facilitar a aprendizagem significativa levaremos em conta quatro tarefas fundamentais, proposta por Moreira (1999):

1. Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, isto é, identificar os conceitos e princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente de modo que, progressivamente, abranjam os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos;

2. Identificar os subsunçores (conceitos, proposições, ideias claras, precisas, estáveis) relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente este conteúdo;

3. Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe; determinar, dentre os subsunçores especificamente relevantes (previamente identificados ao “mapear” e organizar a matéria de ensino), os quais estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno;

4. Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa. A tarefa do professor aqui é a de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura conceitual da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura cognitiva nessa área de conhecimentos, por meio da aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis.

Quanto às três primeiras tarefas, propusemos que os alunos lessem um texto jornalístico que cobriu o fórum sobre a instalação das já mencionadas usinas fotovoltaicas e respondessem questões relacionadas à reportagem e às tecnologias envolvidas no funcionamento dessas usinas, com o objetivo de investigar os conhecimentos prévios destes alunos. Quanto à última tarefa, a partir do conhecimento prévio do aluno, foi desenvolvida a sequência didática, usando diferentes ferramentas de ensino, de modo que os alunos se conscientizaram da importância do projeto para a comunidade local e aprenderam de forma significativa como se dá o funcionamento deste tipo de usina.

Joseph D. Novak, colaborador de Ausubel e coautor da segunda edição do livro básico sobre aprendizagem significativa e outros colaboradores, prosseguiram com o refinamento e testagem desta teoria. Novak, ao desenvolver suas pesquisas, apresenta uma proposta mais ampla, em que a aprendizagem significativa passa a ser parte integrante da educação e do pressuposto de que a educação é um conjunto de experiências (cognitivas, afetivas e psicomotoras) que contribuem para o engrandecimento do aprendiz para lidar com seu cotidiano.

A teoria de Novak apresenta como premissa básica de que os seres humanos pensam, sentem e fazem. Segundo ele, uma teoria educacional deve considerar cada um destes aspectos, pois em cada evento educativo há uma ação para trocar significados e sentimentos entre o aprendiz e o professor (MOREIRA, 1995).

Novak, ampliando a ideia de lugar-comum de Joseph Schwab, apresenta cinco elementos básicos de qualquer evento educativo: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação. O acréscimo do elemento avaliação se deve ao fato de que o processo ensino-aprendizagem-contexto-conhecimento e também o que acontece na vida das pessoas dependem dela.

Neste modelo, o professor ao ensinar apresenta aos alunos significados que são válidos em determinado contexto e que são compartilhados por determinada comunidade. O aluno, de alguma forma, externalizará o que está aprendendo. Este processo continuará até que professor e aluno compartilhem os mesmos significados.

Deve-se tomar cuidado, pois a aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem "correta", pois o aluno pode aprender significativamente um conceito errado. No caso da Física, o aluno poderia aprender um conceito ao relacioná-lo de maneira não-arbitrária e não-literal ao conhecimento prévio, claro, estável e diferenciado já existente em sua estrutura cognitiva. Dessa maneira, seu conhecimento prévio se torna mais rico, mais diferenciado e, portanto, mais estável, caracterizando uma aprendizagem significativa, embora tais significados não sejam corretos do ponto de vista científico, alerta Moreira (1995).

Além de tratar da troca de significados entre o professor e o aprendiz, Novak também se refere à troca de sentimentos, ou seja, o evento educativo também é acompanhado de uma

troca afetiva, já que tanto Novak como Ausubel preceituam que deve haver uma predisposição do aluno para aprender. Na hipótese de Novak, quando o aprendiz tem ganhos em compreensão, a experiência afetiva é positiva e intelectualmente construtiva, caso contrário, a sensação afetiva negativa gera sentimentos de incapacidade por não está aprendendo o novo conhecimento e, podem prejudicar aprendizagens futuras.

Moreira (1995) relaciona alguns princípios norteadores considerados consistentes com a teoria de Novak, ressaltando que não há uma ordem de importância, dentre eles:

1. Todo evento educativo envolve cinco elementos: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação.
2. Pensamentos, sentimentos e ações estão interligados, positiva ou negativamente.
3. Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez a facilitam.
4. A aprendizagem significativa requer: a) disposição para aprender; b) materiais potencialmente significativos; e c) algum conhecimento relevante.
5. O conhecimento prévio do aprendiz tem grande influência sobre a aprendizagem significativa de novos conhecimentos.
6. Significados são contextuais; aprendizagem significativa não implica aquisição de significados “corretos”.
7. Conhecimentos adquiridos por aprendizagem significativa são muito resistentes à mudança.
8. O ensino deve ser planejado de modo a facilitar a aprendizagem significativa e a ensejar experiências afetivas positivas.
9. A avaliação da aprendizagem deve procurar evidências de aprendizagem significativa.
10. O ensino, o currículo e o contexto também devem ser avaliados.

No segundo e o terceiro item, o autor aponta a importância dos sentimentos na experiência educativa. Entendemos que quando o aluno aprende um determinado conceito de forma significativa, um sentimento positivo lhe motiva a aprofundar mais os conceitos apreendidos e a buscar novos conhecimentos.

Os conhecimentos físicos relacionados à instalação e funcionamento de usinas fotovoltaicas contemplam o quarto princípio, por estarem associados à vivência do aluno, tanto de forma nacional, quando se pensa em crise hídrica, quanto local, quando se leva em consideração as possíveis transformações para a cidade.

Os próximos três princípios salientam a importância do levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Conhecer tais conhecimentos e a forma como foram

obtidos é de suma importância na construção da sequência didática. Os princípios 9 e 10 ressaltam a importância da avaliação da aprendizagem e da sequência didática.

Moreira, com relação às teorias de Ausubel e Novak, interpreta que o grande erro da pesquisa sobre mudança conceitual está no próprio nome, pois há muito tem sido interpretada como uma substituição do significado alternativo do aluno pelo aceito no contexto da matéria de ensino. Da maneira como vem sendo pensada por professores e pesquisadores, a mudança conceitual implica no abandono, se não imediato, a médio e longo prazo dos significados alternativos e a adoção dos conceitos considerados corretos. (Moreira, 1995).

Baseando-se nos resultados desapontadores das pesquisas com esse enfoque, Moreira acredita que esse tipo de mudança provavelmente não exista. Os conceitos alternativos que os alunos têm são errôneos do ponto de vista do que está sendo ensinado, mas para os aprendizes que os têm, são produtos de aprendizagem significativa que teve até aquele momento. Se o aluno jamais tivesse assistido a uma determinada aula, continuaria explicando o mundo com conceitos alternativos e levando uma vida perfeitamente normal.

Considerando como correta as teorias de Ausubel e Novak, a aprendizagem significativa jamais se estreitará em um único horizonte, sempre haverá um significado residual. Cada novo episódio de aprendizagem significativa gera significados que passam a fazer parte da história cognitiva do aluno de forma única e inapagável.

Ao invés de apagá-los, ou substituí-los, Moreira (1995) propõe a construção de novas estruturas de significados que vão obliterando os significados alternativos. Nessa abordagem, ao invés de rebater esses conceitos alternativos, deve-se reconhecê-los como frutos de aprendizagem significativa, portanto, definitivamente incorporados à estrutura cognitiva, mas obliteráveis até o ponto de se tornarem significados residuais. Mesmo admitindo que não haja mudança conceitual, é possível a aquisição significativa de significados aceitos em determinados conceitos quando se tem um ensino totalmente planejado para esta finalidade.

CAPÍTULO 4

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Diante das dificuldades envolvendo o ensino e a aprendizagem em sala de aula, o professor realiza um papel fundamental na elaboração de atividades de ensino, pois é por meio desse instrumento de mediação que o aluno estabelecerá relação entre os fenômenos e processos das ciências. Para tal, é preciso adotar uma perspectiva problematizada para o ensino e para a aprendizagem, de tal forma que se construa um autêntico diálogo em sala de aula. Nessa perspectiva, o professor é o agente que instaura o diálogo entre os conceitos científicos e seus alunos, e em consequência pode promover a participação ativa do aluno no processo de apropriação dos conhecimentos mediados por interações socioculturais. Diante deste contexto, a elaboração de uma sequência didática possui fundamental importância como ferramenta de ensino e aprendizagem para que o professor possa alcançar os objetivos planejados por meio de atividades ou módulos de ensino.

São imprescindíveis estudos de alguns autores que falam sobre Sequências Didáticas e Sequências Didáticas em Ciência, como Zabala (1998); Guimarães, Giordan e Massil (2011); Zanon (2007).

Segundo Zabala (1998) uma Sequência Didática é uma proposta metodológica, determinada e ordenada por atividades que formam as unidades didáticas, realizadas a partir de certos objetivos educacionais, conhecidos pelos sujeitos envolvidos. Ainda segundo o mesmo autor, o planejamento e a avaliação de uma sequência didática não pode acontecer de forma distinta da atuação do professor em sala de aula. Ele sugere que:

O planejamento e a avaliação dos processos educacionais são uma parte inseparável da atuação docente, já que o que acontece nas aulas, a própria intervenção pedagógica, nunca pode ser entendida sem uma análise que leve em conta as intenções, as previsões, as expectativas e a avaliação dos resultados (ZABALA, 1998, p. 17).

O autor defende que as atividades que levem em consideração as fases de planejamento, aplicação e avaliação e as relações estabelecidas por elas, apresentadas em uma sequência didática, devem contribuir para uma melhor compreensão do processo educacional, bem como para a busca de mudanças e de novas atividades que possam vir a melhorá-lá. “As Sequências de Atividades de Ensino/aprendizagem, ou Sequências

Didáticas, são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática.” (ZABALA, 1998, p. 20).

Ou seja, sequência didática é um termo em educação que se refere a um procedimento organizado por vários passos, ou etapas ligadas entre si com o objetivo de tornar o processo de ensino e aprendizagem mais eficiente ou significativo. Essas atividades são encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos executam com a mediação do professor. As atividades que fazem parte da sequência são ordenadas de maneira a aprofundar o tema que está sendo estudado e são variadas em termos de estratégia: leituras, aula dialogada, simulações computacionais, experimentos, etc. Assim o tema será tratado durante um conjunto de aulas de modo que o aluno se aprofunde e se aproprie dos temas desenvolvidos.

Dessa forma, as sequências didáticas são planejadas e desenvolvidas para a realização de determinados objetivos educacionais, com início e fim conhecidos tanto pelos professores, quanto pelos alunos. Para compreender o valor pedagógico e as razões que justificam uma sequência didática é fundamental identificar suas fases, as atividades que a constitui e as relações que estabelecem com o objeto de conhecimento, visando atender as verdadeiras necessidades dos alunos. Para que uma sequência didática obtenha sucesso é necessário seguir alguns passos que, obrigatoriamente, devem ser respeitados:

1º passo - Apresentação do projeto: Momento em que o professor apresenta aos alunos a tarefa e os estudos que irão realizar.

2º passo - Produção inicial: Os alunos, já informados sobre o projeto, irão expor o que sabem e pensam sobre o assunto, por meio de produção de texto, conversas, etc. A produção inicial trata-se de uma avaliação prévia e é através dela que o professor conhece as dificuldades dos alunos e obtém meios de estabelecer quais atividades deverão ser empregadas na sequência didática.

3º passo - Os módulos: Atividades planejadas metodicamente, com a finalidade de desenvolver as capacidades do aluno. As atividades devem ser direcionadas às dificuldades encontradas na produção inicial dos alunos e visando a superação dessas dificuldades, devem propor atividades diversificadas e adaptadas às particularidades da turma.

4º passo - Produção final: Avaliação do que conseguiram aprender no decorrer da sequência didática (comparação entre produção inicial e produção final). As vezes o resultado das

atividades pressupõem uma aprendizagem significativa, mesmo que as comparações nem sempre permitam análises quantitativas, mas qualitativas.

Ainda segundo Zabala (1998) sequências didáticas são:

Um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (...)
(ZABALA,1998 P.18).

As sequências didáticas (SD) contribuem com a consolidação de conhecimentos que estão em fase de construção e permite que progressivamente novas aquisições sejam possíveis, pois a organização dessas atividades prevê uma progressão modular, a partir do levantamento dos conhecimentos que os alunos já possuem sobre um determinado assunto, conforme Brasil (2012, p-20).

Conforme preceitua Brasil (2012) as sequências são uma ferramenta muito importante para a construção do conhecimento:

Ao organizar a sequência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc., pois a sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita (BRASIL, 2012, p-21).

Observa-se a partir aqui uma interação bastante ampla do instrumento de aprendizagem sequencia didática com os aspectos citados da aprendizagem significativa, tendo em vista que as atividades introdutórias levem em consideração os conhecimentos prévios dos alunos.

Zabala (1998), explicita que a ordenação articulada das atividades seria o elemento diferenciador das metodologias, e que o primeiro aspecto característico de um método seria o tipo de ordem em que se propõem as atividades. Ressalta que o parcelamento da prática educativa tem certo grau de artificialidade, explicável pela dificuldade em encontrar um sistema interpretativo adequado, que deveria permitir o estudo conjunto de todas as variáveis incidentes nos processos educativos.

A sequência considera a importância das intenções educacionais na definição dos conteúdos de aprendizagem e o papel das atividades que são propostas. Alguns critérios para análise das sequências reportam que os conteúdos de aprendizagem agem explicitando as

intenções educativas, podendo abranger as dimensões: conceituais; procedimentais; conceituais e procedimentais; ou conceituais, procedimentais e atitudinais.

Certos questionamentos pareceram-nos relevantes: na sequência há atividades que nos permitam determinar os conhecimentos prévios?; Atividades cujos conteúdos sejam propostos de forma significativa e funcional?; Atividades em que possamos inferir sua adequação ao nível de desenvolvimento de cada aluno?; Atividades que representem um desafio alcançável?; Provoquem um conflito cognitivo e promovam a atividade mental?; Sejam motivadoras em relação à aprendizagem dos novos conteúdos?; Estimulem a autoestima e o autoconceito?; Ajudem o aluno a adquirir habilidades relacionadas com o aprender a aprender, sendo cada vez mais autônomo em suas aprendizagens?

A elaboração de uma sequência didática envolve um processo que se consolida por meio de análises sistematizadas e avaliações consecutivas de cada uma de suas fases. Como consequência, as sequências didáticas são validadas em um processo que promove o desenvolvimento profissional do professor, visto que a definição dos conteúdos, identificação das condições de ensino e a seleção de dinâmicas e metodologias se materializam segundo um objeto de ensino. O produto desta atuação profissional do professor é o instrumento mediador (uma SD neste caso) do processo de ensino-aprendizagem que se deseja consolidar.

Consideramos que Sequências Didáticas são também instrumentos desencadeadores das ações e operações da prática docente em sala de aula. Em consequência, a estrutura e a dinâmica da SD são determinantes do planejamento das atividades por meio das quais os alunos vão interagir entre si e com os elementos da cultura. Na elaboração ou no planejamento de uma SD várias ações mediadas são estruturadas, cada qual por meio de ferramentas culturais específicas. Cada uma destas ferramentas deve ter uma função nítida na proposta de ensino e necessitam estar articuladas segundo um propósito de ação (Giordan, 2008). Nesta perspectiva o foco de atenção do professor ao elaborar a SD precisa estar no processo e não no produto da aprendizagem.

Segundo Guimarães e Giordan (2011, p.3), as sequências didáticas podem “se tornar um valioso meio de socialização dos conhecimentos em sala de aula, e toda a comunidade que envolve a escola, no contexto do curso, a SD constitui-se como o “agente de inovação curricular no processo formativo e de problematização dos conhecimentos científicos

segundo a capacidade cognitiva e contexto social do alunado e da escola”. Ainda para os mesmos autores:

[...] a Sequência Didática (SD) elaborada e aplicada em uma perspectiva sociocultural pode se apresentar como uma opção eficiente que, dentre outras, visa minimizar as tensões de um ensino descontextualizado e da ação desconexa das áreas de ensino no ambiente escolar (GUIMARÃES; GIORDAN, 2011, p. 1).

Assim, as sequências didáticas precisam ser entendidas como um processo atualizado de mudanças com o potencial abordar atividades interdisciplinares e contextualizadas em que os saberes são reelaborados e redefinidos constantemente, pois no final o que precisa ser levado em consideração é o processo de ensino-aprendizagem e a construção de conhecimentos por parte dos professores e alunos.

Para Giordan, ensino apresenta uma perspectiva investigativo, contextualizado, ensino com atividades experimentais e as ações diversas que possam favorecer a aprendizagem dos alunos. Mais ainda assim, ao se propor o uso didático de atividades que envolvam práticas experimentais, Giordan (2011) afirma que:

Não se trata de privilegiar o desenvolvimento de habilidades motoras genéricas e desprovidas de conteúdo, tampouco de outras habilidades específicas associadas a determinadas técnicas de laboratoriais, mas de oportunizar ao aluno o acesso às práticas de laboratório inseridas num contexto claramente problematizado, decorrente de uma postura investigativa que se deflagra através de um projeto. Assim, trata-se de concebê-las como mais um meio para se alcançar a aprendizagem significativa (GIORDAN, 2011, p. 323).

Na área de ciências, como o ensino de física, parece-nos adequado que, durante as atividades e, os professores proponham atividades em sala de aula diversificadas como leituras de diferentes gêneros textuais, experimentos, pesquisas, aula de campo, dentre outras, que prezem pela resolução dos problemas e pelo contexto sociocultural dos alunos. Em que os mesmos sejam levados a desenvolver diferentes habilidades, possibilitando-lhes uma aprendizagem mais prazerosa e significativa. De acordo com Guimarães e Giordan (2011, p.39),

[...] A problematização é o agente que une e sustenta a relação sistêmica da sequência didática, portanto a argumentação sobre o problema é o que ancora a SD, através de questões sociais e científicas que justifiquem o tema e também que problematizem os conceitos que serão abordados.

Segundo Sedano et al. (2010), o uso de uma sequência didática no ensino de Ciências Naturais gera a possibilidade dos alunos trabalhem e discutam temas científicos utilizando ferramentas culturais próprias da comunidade científica como, por exemplo, a

experimentação e a pesquisa. Assim, ao definir o papel de atividades investigativas no ensino da astronomia, quais os desafios a serem enfrentados e que modalidade de investigação é a mais adequada para ser desenvolvida com os alunos, nos remete a uma discussão sobre qual está sendo o papel do Conhecimento Científico nas aulas de física. Entendemos que ensinar o conteúdo de física e da astronomia, deve partir do conhecimento cotidiano, de atividades que estão presentes no dia a dia dos alunos, de observações e informações diversas, relações socioculturais e históricas para, assim, ser confrontado com teorias e situações de aprendizagem mais complexas, transformando-se em conhecimento científico.

Conforme destacam Zanon e Freitas (2007, p. 18),

O estabelecimento de uma relação dialógica no ambiente escolar, a produção de significados coletivos e a integração da ciência com o cotidiano do aluno são ações que favorecem o ensino de ciências nos anos iniciais.

Assim, há a necessidade de um processo contínuo de interação dialógica entre professor-aluno nas aulas de Ciências que seja relacionado ao conteúdo a ser ensinado e à metodologia de ensino a ser praticada, levando sempre em consideração as situações reais do contexto em que o aluno está inserido.

CAPÍTULO 5

METODOLOGIA

Com o objetivo de aplicar um produto educacional em sala de aula a partir da temática astronomia para o Ensino Médio, foi aplicado uma sequência didática constituída de várias atividades. A princípio se aplicou um questionário avaliativo a fim de diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos no campo da astronomia. Este foi o ponto de partida para se perceber os conhecimentos prévios dos alunos e também as suas deficiências de conteúdo ou compreensão.

O delineamento deste trabalho constitui-se basicamente em três etapas descritas a seguir; primeiramente foi realizada uma revisão teórica das teorias da aprendizagem significativa. Foram abordados vários aspectos da teoria da aprendizagem de David Ausubel que permitiram a fundamentação teórica do produto educacional. Em seguida houve a aplicação da sequência didática por meio de cinco atividades, as atividades foram desenvolvidas em sala de aula pelos alunos do segundo ano do ensino médio em duas turmas de 45 alunos. Finalmente, a última etapa ocorreu uma análise dos resultados das atividades desenvolvidas pelos alunos por meio da sequência didática.

O presente trabalho expõe uma abordagem quanto à natureza qualitativa, pois os resultados permitiram comparações subjetivas da aprendizagem dos alunos.

A natureza da pesquisa é básica, permitiu gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolveu verdades e interesses educacionais para a sociedade.

Os dados coletados ocorreram em vários momentos em cada sala de aula, portanto é um estudo longitudinal. Houve a coleta de dados por aplicação de questionários, fotografias, e produção textual.

Todas as atividades foram desenvolvidas pelos alunos da rede pública estadual de ensino do Piauí no Colégio Didácio Silva, na cidade de Teresina- PI. Trata-se de amostragem não-probabilística por conveniência, sendo o objetivo de estudo a aprendizagem dos alunos mediante a sua interação com as atividades educativas.

Os benefícios foram sociais, visto que possibilitou alternativas concretas para o processo de ensino-aprendizagem dos alunos por meio do produto educacional ao qual o

professor pode aplicá-lo dentro do seu plano de ensino ao explorar o conteúdo de Astronomia, a fim de ser um recurso de grande interesse educacional.

O início da pesquisa ocorreu em agosto, no segundo semestre de 2018 por meio das seguintes atividades que constarão como sequência didática;

Atividade 1: Aplicação de um pré-teste

Foi aplicado um pré-teste, conforme o anexo A sobre os conteúdos mais relevantes da astronomia, em especial sobre o sistema solar, para verificar os conhecimentos prévios dos alunos a fim de nortear a presente pesquisa. O pré-teste foi aplicado a 81 alunos de forma individual a partir de um questionário de 10 questões abertas. As respostas foram analisadas como corretas (C), incorretas (I) ou não respondidas (NR). O modelo do questionário segue no apêndice.

Atividade 2: Oficina construção de lunetas

Os alunos foram reunidos em grupos de cinco para a confecção da luneta com matérias de fácil acesso.

A construção da luneta é descrita por Canalle (1994) é muito simples, usamos materiais acessíveis no comércio, é resistente ao manuseio e permite ver, em condições adequadas, as crateras lunares.

Os materiais críticos para a construção de uma luneta são as lentes, as quais são difíceis de se encontrar e de preços elevados, por isso vamos continuar usando lente de óculos no lugar da lente objetiva e um monóculo de fotografia no lugar da ocular.

A distância focal (f) da lente é dada, em metros, pela seguinte equação:

$$f = 1/(\text{grau da lente}).$$

No artigo de Canalle (1994) foi descrita a montagem de uma luneta na qual se usou uma lente de 1 grau, portanto, a distância focal era de 1 metro. Em nossa atividade usamos o mesmo princípio de montagem, mas usamos uma lente de dois graus, ou seja, lente com 0,5 m de distância focal. O diâmetro original da lente encontrada no comércio local foi de 70 mm, mas foi pedido no laboratório para reduzir o diâmetro para 50 mm. Como é lente para luneta, usamos uma incolor e de grau positivo.

Durante a compra da lente, foi levado junto uma luva simples branca de tubo de esgoto (conexão de PVC) de 50 mm para o corte correto da lente. Assim, a lente de 50mm

de 2 graus positivos, chamada de ocular foi fixada em um tubo de 50mm por meio de uma luva de cano de pvc de esgoto, também de 50mm. Veja o item A da Fig. 5.1.

A segunda lente da luneta é chamada de ocular, atrás da qual se forma a imagem. Foi utilizado a lente contida nos monóculos de fotografias. Peça de letra J na Fig 1.

Retiramos a lente do monóculo com cuidado para danificar a lente. Fixamos a lente ocular do monóculo em um recipiente de frasco gota-gota, seccionamos a tampa do frasco gota-gota e inserimos a lente ocular e em seguida rosqueamos a tampa seccionada junto com a lente para posterior fixação em um tubo de pvc de 40 mm. Os ajustes mínimos foram feitos com a fixação de fita isolante.

Com a lente de óculos no lugar da lente objetiva e a lente do monóculo no lugar da lente ocular, foi encaixada às extremidades de dois tubos que corram um dentro do outro.

- **A montagem da luneta**

Quadro 5.1: material de construção da luneta

LETRA	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
A	1	luva simples branca de esgoto de 2 (= 50 mm)
B	1	lente incolor de óculos de 2 graus positivos
C	1	disco de cartolina preta (ou papel camurça preto) de 50 mm de diâmetro, com furo interno de 20 mm de diâmetro
DE	1	Tubo branco de esgoto com diâmetro de 2 (= 50 mm) e com 30 cm de comprimento
FG	1	tubo branco de esgoto com diâmetro de 1 1/2 (= 40 mm) e com 30 cm de comprimento
H	1	tubo branco de esgoto de com diâmetro 1 1/2 (= 40 mm) e com 10 cm de comprimento
G	1	monóculos de fotografia (ou visor de fotografia)
	1	lata de tinta spray preto fosco ou cartolina preta
I	1	rolo de fita isolante de aproximadamente 10 mm de largura por 3,0 de comprimento
J	1	Recipiente conta-gotas

Fonte: autor

As paredes internas dos tubos DE, FG e H foram pintadas com tinta spray preto fosco.

Sequência de montagem

A sequência de montagem da luneta seguiu as orientações de (Canalle), conforme as descrições abaixo;

Coloque o tubo FG dentro do tubo E. Coloque estes tubos na vertical com a extremidade D para cima. Sobre esta extremidade (D) coloque o disco de cartolina preta (C). A finalidade deste disco é diminuir a aberração cromática; este é o nome dado à dispersão da luz branca (separação de todas as cores) após passar pela lente. Sem este disco (C) nem a Lua é visível. Continuando a sequência de montagem: sobre o disco C coloque a lente (devidamente limpa) com o lado convexo (veja letra B na Fig. 3.1) para cima e, então, encaixe a luva A, conforme indicado na Fig. 3.1. É importante que o corte da extremidade D do tubo tenha sido feito perpendicularmente ao eixo do tubo DE.

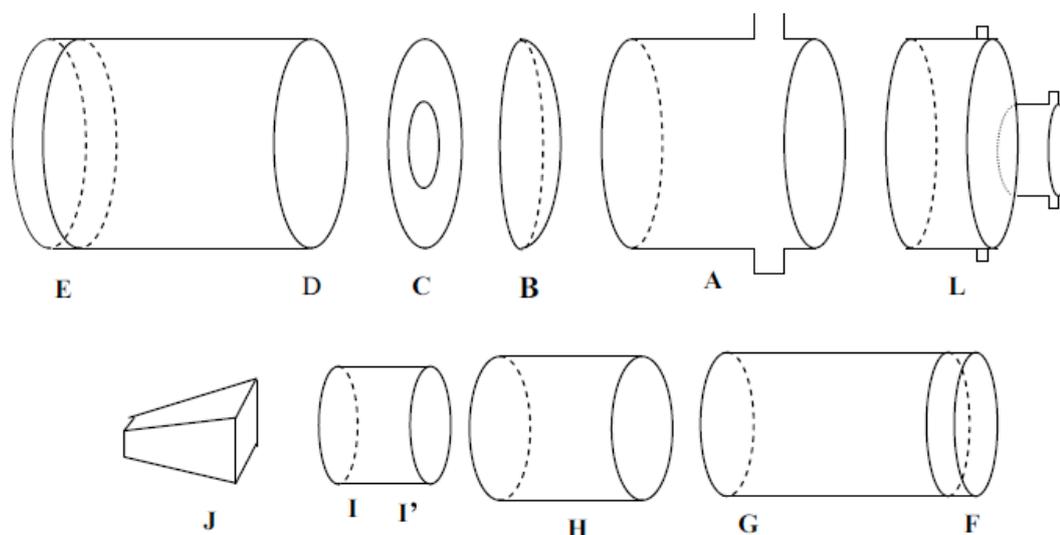
Como a imagem se forma a uns 4 ou 5 cm atrás da lente ocular, a qual ficava exatamente como mostra a Fig. 5.1 no trabalho de Canalle (1994), isto trazia um certo desconforto ao observador, pois a tendência natural das pessoas é encostar o olho na ocular. Na montagem descrita no presente trabalho, há um espaço de aproximadamente 4 cm entre a lente da ocular e a extremidade esquerda do tubo H (Fig. 5.1), de modo que o observador poderá encostar o olho (ou sobrancelha) na extremidade esquerda deste tubo, pois lá estará se formando a imagem.

A imagem é invertida, afinal esta é uma luneta astronômica e em astronomia, cabeça para baixo ou para cima é só uma questão de referencial.

A aproximação (ou aumento) que está luneta proporciona é igual à razão entre a distância focal da objetiva pela distância focal da ocular, portanto: $50 \text{ cm} / 4 \text{ cm} = 12,5$. Para duplicar este aumento e só encaixar mais um monóculo dentro daquele que está preso na bucha marrom.

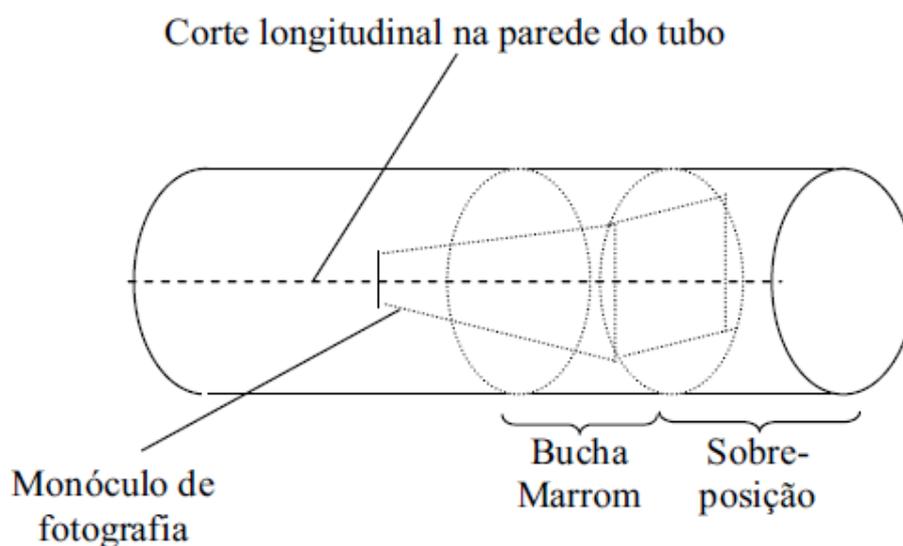
Como você rapidamente percebe ao usar a luneta, seu braço fica cansado ao segurá-la e a imagem treme muito. Apoiar o braço em algo facilita a observação, mas o ideal é ter um tripé. Canalle (1994) apresentou uma sugestão de tripé muito trabalhosa, por isso desenvolvemos um tripé extremamente simples e que usa basicamente uma garrafa PET de 2,5 litros e dois suportes de fixação de trilhos de cortinas, conforme descrevemos na seção seguinte.

Figura 5.1 – Esquema de montagem da luneta



Fonte: Canalle (2014)

Figura 5.2 – Esquema de montagem da luneta



Fonte: Canalle (2014)

- **Montagem do tripé**

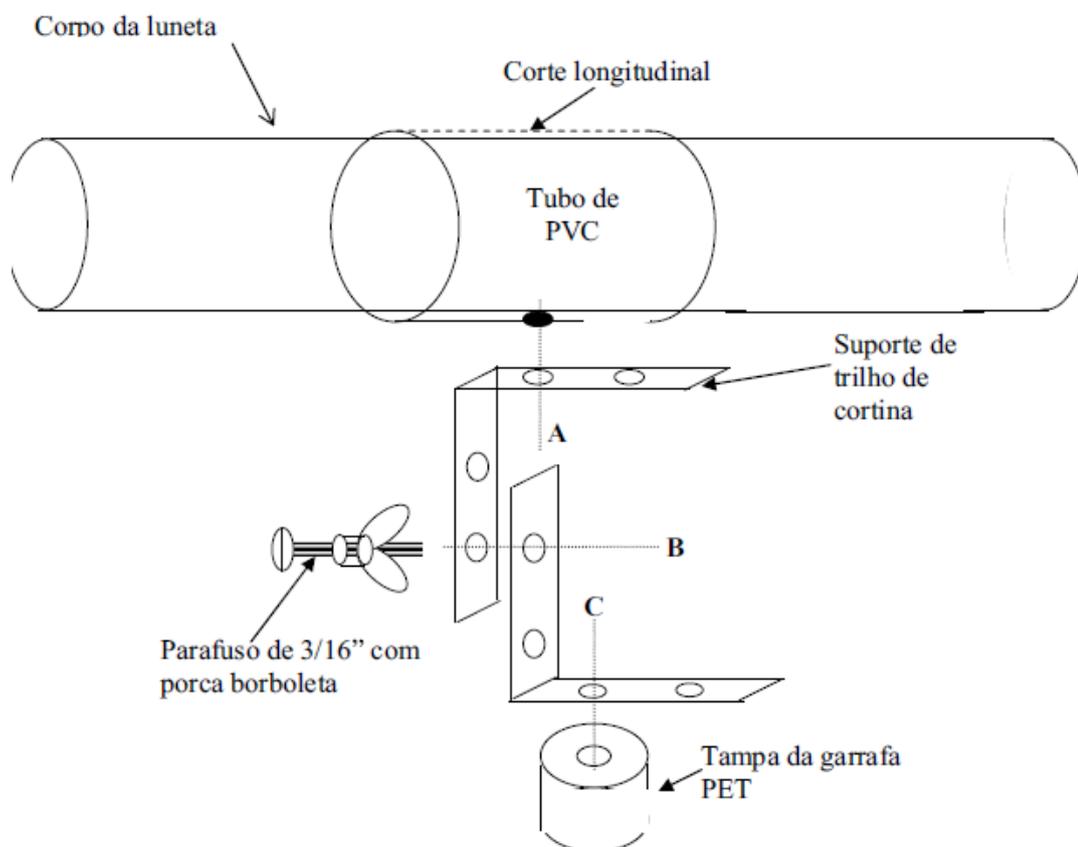
O corpo da luneta será apoiado num tubo com as mesmas características do tubo externo dela, mas com 10 cm de comprimento, com um corte ao longo de sua lateral e um

furo na região central dele e oposto ao local do corte longitudinal, conforme mostra a parte superior da Fig. 5.3.

Este tubo que serve de suporte da luneta deve ficar perpendicular ao suporte de trilho de cortina (Fig. 5.3). Um parafuso de 3/16 x 1/2 com porca borboleta prende o suporte da luneta ao suporte de trilho de cortina (linha tracejada A) (Fig. 5.3).

O suporte de trilho de cortina sob o tubo de PVC é conectado a outro igual a ele, por outro parafuso igual ao acima descrito (este pode ter 1 de comprimento), e pode-se fixar duas porcas borboletas em sentidos opostos sendo uma de cada lado do suporte do trilho de cortina (linha tracejada B) para facilitar o apertar e afrouxar deste parafuso, pois o movimento vertical da luneta será obtido através da inclinação do suporte do trilho de cortina que está debaixo do tubo de PVC. O suporte do trilho de cortina inferior, por sua vez, será fixado numa simples tampinha de garrafa PET (Fig. 5.3) por outro parafuso, igual ao acima descrito, com porca borboleta ao longo da linha tracejada C. A tampinha, por sua vez, deve ficar numa garrafa de refrigerante, de preferência de 2,5 litros, e completamente cheia de água (ou de areia), que não está desenhada na Fig. 5.3. O movimento horizontal da luneta é obtido girando-se lentamente a tampinha sobre a própria garrafa de refrigerante. A foto 5.3 mostra a peça sendo montada.

Figura 5.3 – Esquema de montagem da luneta



Fonte: Canalle (2014)

Atividade 3: Observação do céu noturno

Objetivo: Permitir aos alunos utilizar a luneta durante o céu noturno e observar as irregularidades da superfície da Lua e compreender a importância da experiência de Galileu Galilei

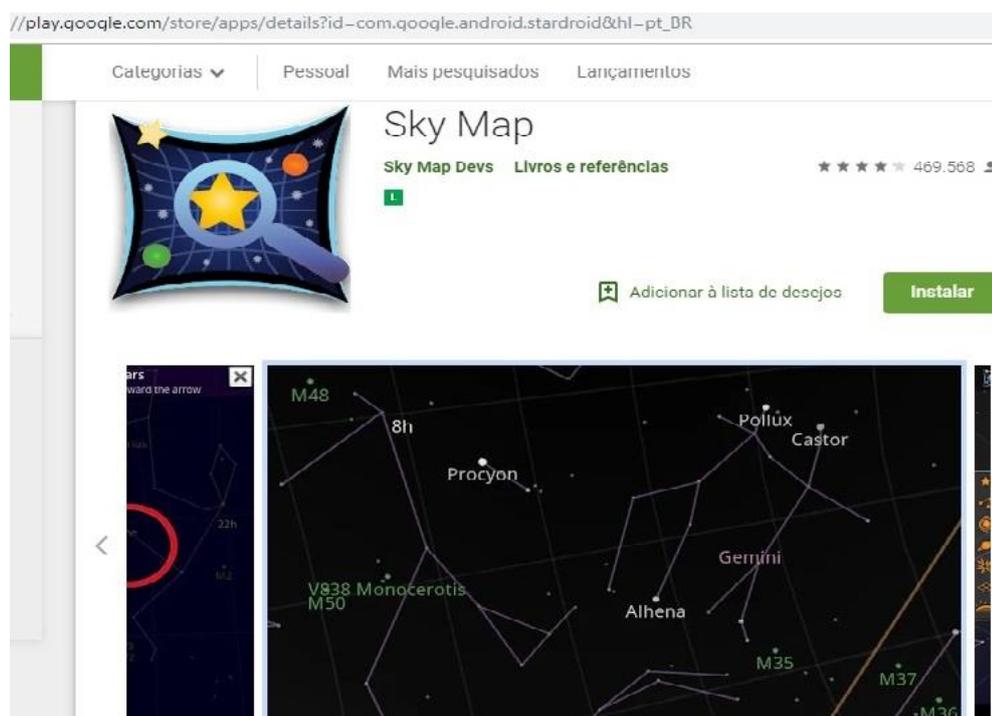
Para auxiliar os alunos com o uso da luneta confeccionada por eles durante a oficina, foi desenvolvido uma quarta atividade com cinco grupos, com cinco alunos cada para que pudessem usar a luneta na observação do céu noturno. Os mesmos receberam um texto conforme se encontra no apêndice D com o título: Como Galileu desenvolveu a ciência moderna. A partir da leitura individual do texto contendo as contribuições de Galileu Galilei, os alunos deveriam ler o texto após o uso da Luneta ao observar o céu noturno e responder um pequeno questionário.

Atividade 4: Observando as estrelas e planetas

Objetivo: Utilizar um aplicativo de celular para observar o céu noturno.

Foi utilizado o aplicativo sky map conforme a figura 5.4, disponível em; http://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.stardroid&hl-pt_BR. O aplicativo Sky Map, oferece simulações do céu noturno, interativas, grátis baseadas em pesquisas. O aplicativo foi baixado no celular de configuração ANDROID e instalado no Play Store. O aplicativo permitiu a partir do GPS observar o céu noturno oferecendo aos estudantes uma melhor interação com a nomenclatura dos planetas, estrelas e constelações. Os estudantes foram instruídos a apontar o celular para o céu noturno e comparar as estrelas vistas a olho nu com as imagens obtidas no celular, onde foi possível descrever o nome dos astros observados. Após a observação com o uso do aplicativo, os alunos socializaram suas observações por meio de um questionário escrito conforme o apêndice E;

Figura 5.4– Aplicativo Sky Map



Fonte: Disponível

em: <http://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.stardroid&hl-pt_BR>.
Acesso em: 16 out.2008.

Atividade 5: Música Astronomia

Objetivos: Aproximar os alunos dos conceitos da astronomia a partir da música e da interpretação textual.

A letra da música conforme o anexo F, foi distribuída aos alunos impressa e a música foi ouvida. Foi pedido aos alunos que interpretassem de forma escrita a música e relacionassem os conceitos referente a astronomia presentes no texto.

Os dados coletados foram coletados como pressupostos da aprendizagem significativa dos alunos. Os dados obtidos através de dissertações textuais de determinados temas relacionados ao conteúdo, utilizando instrumentos diversos como, questionários devidamente elaborados, protocolos orais e diários de bordo, mostrando a visão do aluno sobre os conceitos apresentados em aula e o desenvolvimento do projeto num todo possibilitou a análise de dados.

Todas as atividades constaram de um questionário sobre os conteúdos elaborados, que permitiram construir um quadro contendo a categorização, subcategorização e transcrição dos fragmentos textuais por meio de suas interpretações a fim de possibilitar a análise destes resultados.

Segundo Moraes (1999) antes de se criar um julgamento sobre as mensagens, todo o material de análise coletado, os textos, os áudios, os questionários e outros, em unidades de análise é importante saber que devem ser interpretados sem informações adicionais ou prévias.

CAPÍTULO 6

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise das respostas dos alunos, registradas em questionários impressos, temos como resultados desta pesquisa:

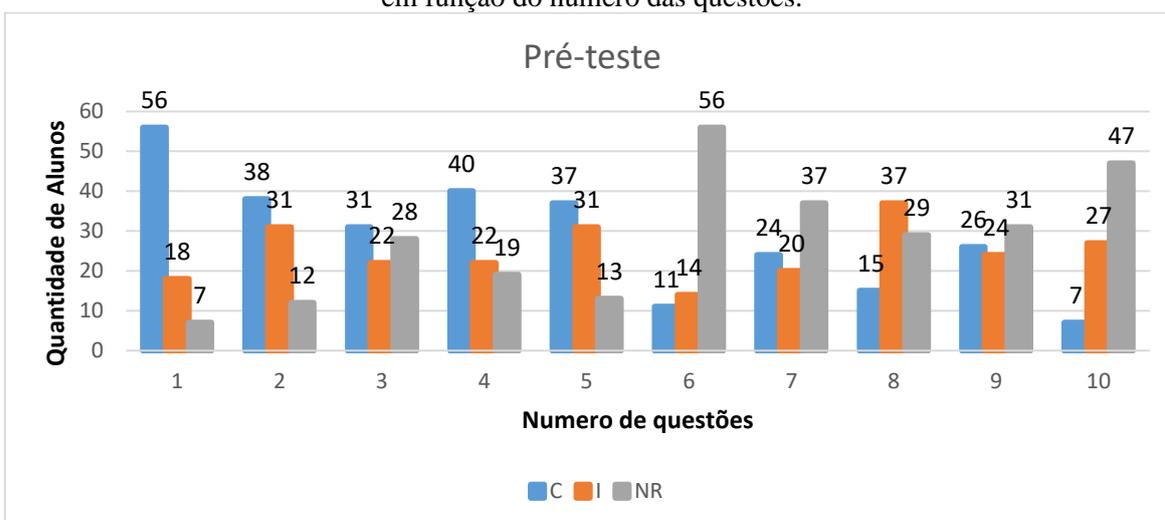
- A sequência didática cujos resultados são apresentados na forma de respostas dos alunos a um questionário;
- A posição dos alunos sobre as ferramentas utilizadas nas diferentes etapas de desenvolvimento da sequência didática;

Para uma aprendizagem significativa é necessário a incorporação do novo conhecimento à estrutura cognitiva que o aluno já possui. Frente a este desafio é necessário e fundamental partir do conhecimento prévio dos alunos para após o trabalho realizado na sequência didática sobre as atividades relacionadas a astronomia possamos avaliar os conhecimentos adquiridos e que por sua vez serão subsunções para novos conhecimentos mais elaborados. A seguir são apresentadas as atividades da sequência didática como foram apresentadas em sala de aula;

Atividade 1: Aplicação de um pré-teste

O gráfico a seguir mostra a distribuição das respostas dos 81 alunos a respeito do Pré-teste contendo dez questões no formato de questionário conforme o Apêndice A;

Figura 6.1 - distribuição da quantidade respostas corretas (C), incorretas (I) e não respondidas (NR) em função do número das questões.



Fonte: autor

Observa-se conforme o gráfico que a primeira questão houve a maior quantidade de acertos ou respostas corretas (C), 69,13%, pois os alunos responderam adequadamente à pergunta o que é Astronomia.

Na oitava questão, o gráfico mostra que houve a maior quantidade de erros (E), 45,68 % não souberam responder adequadamente à pergunta; quais as estações do ano? Por que elas ocorrem?

A sexta questão apresentou o maior número de alunos que não responderam (NR), 69,13%. A questão os indagou qual a diferença entre estrelas, planetas e satélites e qual o caminho aparente do Sol na esfera celeste.

Atividade 2: Oficina construção de lunetas

Com o objetivo de permitir aos alunos uma prática observacional dos astros, a partir do mesmo experimento realizado por Galileu e do desenvolvimento da sequência didática que permitissem aos alunos o desenvolvimento de habilidades foi planejado a oficina de construção e uso das lunetas de baixo custo.

Os alunos seguiram o passo a passo do esquema da montagem das lunetas referenciadas nas figuras 5.1 e 5.2. Os materiais de baixo custo foram encontrados com facilidade. Durante a organização dos grupos, percebeu-se que eles mesmos definiam suas tarefas, como por exemplo; quem iria cortar os tubos de PVC, quem iria pintar os tubos, quem faria o encaixa das lentes, etc. Assim, a interação entre eles demonstrou que todos estavam dispostos a colaborar. Houve dificuldades em alguns instantes, pois não conseguiram montar o tripé da luneta por não encontrarem o parafuso de ajuste do tripé. Porém, durante o término da oficina, os alunos conseguiram montar a parte principal da luneta, pois eles estavam ansiosos para entender o que ela permitia ver e como funcionaria a regulagem do foco. Eles começaram a discutir onde fariam as suas observações noturnas motivação ao realizar a montagem das lunetas, eles organizaram no pátio da escola a oficina e muitos outros alunos que não estavam no projeto se aproximaram pela curiosidade. Os relatos seguem abaixo conforme suas observações e interpretação do relatório encontrado no Anexo D.

A baixo, as figuras 6.2 e 6.3 mostram os alunos durante a oficina no pátio da escola. A dificuldade em envolver mais alunos durante a confecção das lunetas ocorreu devido ao número limitado das lentes objetivas que compramos em um laboratório local. Houve

rejeição por parte de alguns laboratórios em reduzir ou mesmo vender as lentes, pois algumas empresas exigem que o comprador seja pessoa jurídica. Mas com pouco tempo procurando, encontramos um laboratório que nos vendeu as lentes objetivas a um custo unitário de R\$ 15,00. Quanto as lentes oculares, aquelas retiradas de monóculos fizemos o pedido pelo mercado livre digital e o custo de mais de 40 monóculos saíram na faixa de R\$ 4,00 cada monóculo. Estes foram os únicos materiais comprados, pois os outros como Tubo de PVC e tinta os alunos conseguiram em casa. As figuras 6.2 e 6.3 mostra os alunos concentrados montando suas lunetas. Na figura 6.2 a aluna está fixando a lente objetiva no tubo de PVC de 50 mm.

Figura 6.2 - Alunos durante a oficina de montagem das lunetas



Fonte: Autor

Figura 6.3 - Alunos ajustando a lentes da luneta



Fonte: autor

Atividade 3: Observação do céu noturno

Após a confecção das lunetas, os alunos receberam um texto: Como Galileu inventou a ciência moderna. O objetivo do texto foi levar informações das contribuições de Galileu Galilei não só para sua época, mas até os nossos dias. O texto permitiu aos estudantes desenvolverem dentro da proposta da sequência didática o desenvolvimento de caráter cognitivo por meio da leitura e sua interpretação. O texto é referenciado no apêndice D e as interpretações dos estudantes são citadas abaixo;

Figura 6.4 - relatos de um aluno após leitura do texto: Como Galileu inventou a ciência moderna.

A importância de Galileu Galilei para a nossa sociedade

Galileu Galilei, enquanto cientista, contribuiu imensamente para a humanidade com seus estudos. Isto se dá não só pela fato de ele ter sido o primeiro a divulgar a teoria heliocêntrica (Afirmação que a Terra gira em torno do sol, e não o contrário, como se pensava na época), mas também pela teoria de método científico concebido por ele. Foi também de grande ajuda na criação do telescópio, do termômetro, do relógio de pêndulo, fora sua linguagem tida como adequada para a filosofia natural.

Relatório

Durante o dia, a luneta foi capaz de refletir, de modo identificável, as nuvens (Por serem algo próximo, mesmo que não sejam astros) e o sol (Devido a sua intensa luz, torna-se dificultoso de observar, mas possível de identificar).

Durante a noite, as luzes urbanas dificultavam a observação, mas foi possível encontrar a lua.

Tendo sido esta minha primeira experiência de observação celeste, chamou minha atenção as posições da lua no céu, que mudava de acordo com o dia.

Fonte: autor

Observa-se no relato do aluno mostrado na figura 6.4, que ele mostrou um conhecimento significativo da análise do texto. Descreveu as contribuições de Galileu dentro de uma linguagem compreensível. Em seu segundo relato, o aluno narra suas dificuldades com o uso da luneta, provavelmente por não estar bem fixada, e ainda interpretou que a poluição luminosa dificultava sua observação. Ele diz que “foi sua primeira experiência de observação celeste”. As contribuições da atividade prática são grandes, tendo em vista que elas permitiram um olhar diferente para os conteúdos de física, a de que a física não se resume a formulas que os alunos precisam memorizar para fazer uma prova. Eles perceberam a partir da observação dos fenômenos naturais ligados a astronomia que é possível compreender melhor os astros, como foi o caso da Lua.

Figura 6.5: relatos de um aluno após leitura do texto: Como Galileu inventou a ciência moderna.

* A partir de suas observações e de seus estudos, Galileu desenvolveu o telescópio (importante na observação de astros); no termômetro (muito usado e de extrema importância na área da saúde); e no relógio de pêndulo (não tão usado atualmente, mas fez parte da evolução do relógio).

* No período da noite, com ajuda de uma luneta confeccionada por meus colegas de turma e meu professor de física Barcelar, conseguimos observar o céu noturno e suas estrelas, e com o aplicativo SKYMAP descobrimos o nome das estrelas e onde elas estão localizadas. Infelizmente, por conta de problemas externos, não consegui identificar as estrelas, mas, foi uma ótima experiência. Nunca tinha feito e adorei a experiência, pois adquiri conhecimento sobre a área da astronomia, que eu gosto muito.

Figura 6.6 - relatos de um aluno após leitura do texto: Como Galileu inventou a ciência moderna.

Durante a noite, sem ajuda de um telescópio é bem difícil de fazer a identificação de estrelas ou se quer vê-los. Mas eu e um grupo de amigos juntamente com o nosso professor, fizemos um trabalho em que nele, fizemos que construímos uma luneta, neste trabalho podemos perceber que contém diversas estrelas, e que podemos analisá-las de perto e saber de seu nome graças ao (SKY MAP).

Fonte: autor

Neste relato o aluno fala de suas interpretações do texto já citado, confirmando as observações do primeiro aluno a respeito de Galileu. No fim do relato, o aluno cita suas dificuldades, citando serem “problemas externos”, mas confirma ser sua primeira experiência e que “adquiriu conhecimento”.

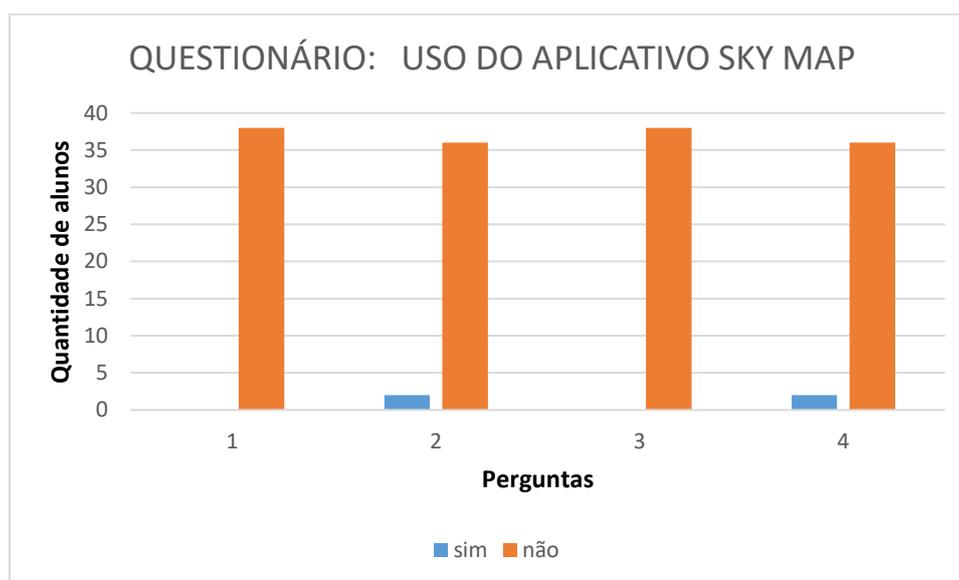
Diante dos relatos, a análise da atividade demonstrou favorecer um conhecimento significativo por meio da experiência direta dos discentes com a observação do céu. Permitiu um ambiente facilitador da aprendizagem por ser motivadora e possibilitar experiências práticas e incomuns na vida diária dos docentes no desenvolvimento da área da Astronomia.

Atividade 4: Observando as estrelas e planetas

Para facilitar a compreensão do céu noturno, do nome dos planetas e estrelas observáveis os alunos utilizaram o aplicativo de celular sky map. Eles relataram suas experiências com o uso do aplicativo a partir de um questionário conforme o apêndice E.

Abaixo os gráficos mostram o resultado da interação dos alunos com o aplicativo;

Figura 6.7 - Análise das respostas dos alunos sobre o aplicativo Sky Map

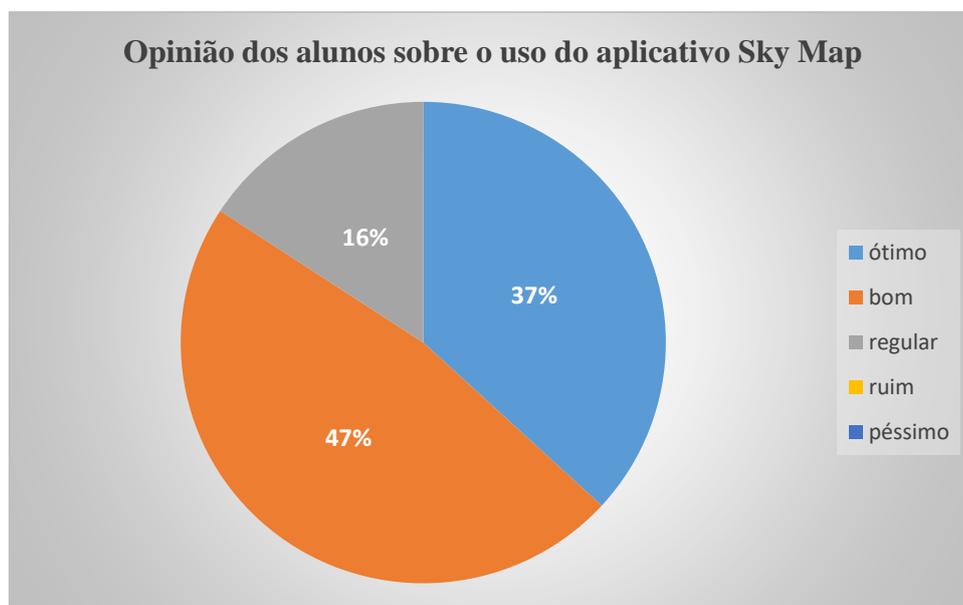


Fonte: autor

- 1: Na sua escola você já participou de uma aula de astronomia?
- 2: Você conhece algum software ou aplicativo de astronomia?
- 3: O professor utilizou algum programa computacional de astronomia na aula?
- 4: Você se lembra do programa?

A análise da figura 6.7, mostra no gráfico que mais de 95% dos alunos em relação a Astronomia; nunca participaram de uma aula, que não conhecem nenhum software ou aplicativo, que não tiveram o uso de uma aula com programa computacional.

Figura 6.8 - Opinião dos alunos sobre o uso do aplicativo Sky Map

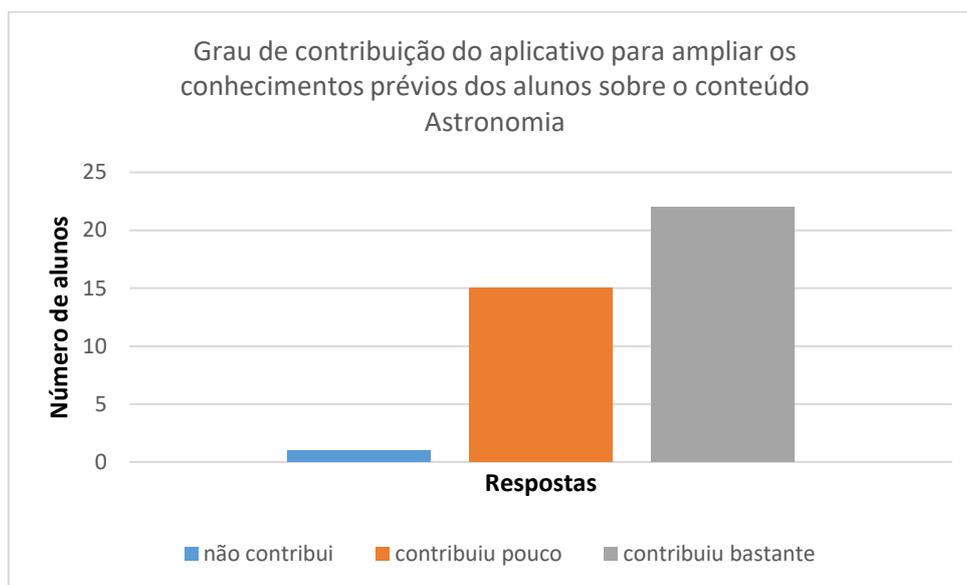


Fonte: autor

A figura 6.8, mostra no gráfico a distribuição percentual das opiniões dos alunos a respeito do aplicativo Sky Map. A maior parte, 47 % opinou que o aplicativo é bom e a outra maior parte, 37% opinou que o aplicativo é ótimo. Estes resultados mostram a importância do uso da tecnologia digital na motivação do ensino aprendizagem da astronomia. Dentro da sequência didática o uso desta atividade promoveu a aplicação do conteúdo Astronomia possibilitando que o mesmo tivesse intenção conceitual e procedimental.

Quanto a opinião dos alunos em continuar a utilizar os aplicativos durante as aulas de astronomia o resultado foi unânime, todos disseram sim. Da mesma forma que o gráfico anterior, a motivação dos alunos em utilizar outros aplicativos para o desenvolvimento da aprendizagem da astronomia ficou bem evidente.

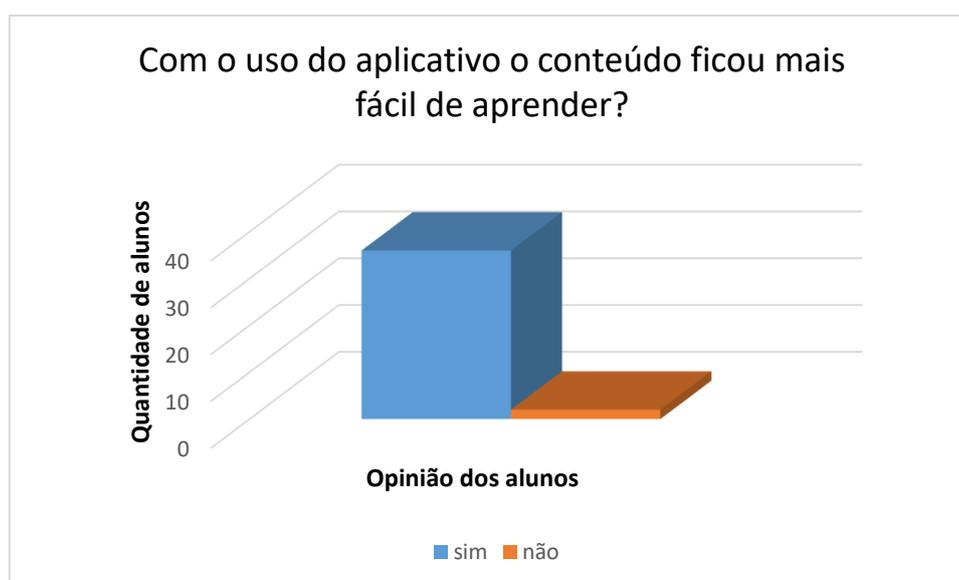
Figura 6.9 - Opinião dos alunos sobre o uso do aplicativo Sky Map



Fonte: autor

Na figura 6.9, os alunos confirmam que a contribuição do aplicativo contribuiu bastante para o aprendizado da Astronomia. Desta forma o aplicativo permitiu nos alunos o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao aprender a aprender, pois seus relatos se estendem além de uma análise quantitativa da aprendizagem, mas sobretudo uma análise qualitativa.

Figura 6.10 - Opinião dos alunos sobre o uso do aplicativo Sky Map



Fonte: autor

Embora as atividades por meio da sequência didática aplicada ao conteúdo astronomia exigissem dos alunos uma percepção mais qualitativa sobre essa temática, elas

se adequaram as necessidades dos alunos. Assim, a possibilidade de se elaborar outras atividades envolvendo outros aspectos da astronomia, como por exemplo, distancias astronômicas, movimentos dos planetas, fases da lua e outros assuntos se adequaria a esta sequência didática, pois se obteve no primeiro momento a construção de conhecimentos significativos prévios que possibilitarão nos alunos novos conhecimentos a serem ancorados.

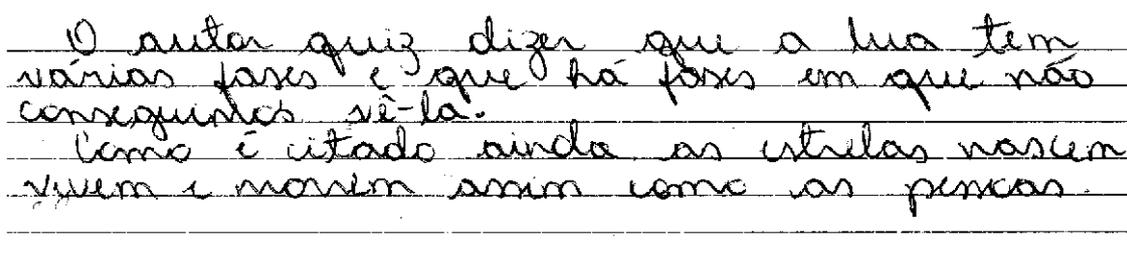
Atividade 5: Música Astronomia

Durante esta atividade a temática Astronomia pode ser trabalhada dentro da música e da interpretação textual. Os resultados evidenciaram um conflito cognitivo dos alunos em relacionar os astros as diversas interpretações do autor do texto citado no apêndice E. A música desenvolveu durante a aula a concentração dos alunos, principalmente durante a rotina de tempo integral de nove aulas diárias em que as últimas aulas são pouco produtivas. A interação durante as suas interpretações do texto provocou uma maior curiosidade no conflito de ideias e um espaço adequado que facilitou a argumentação sobre os astros celestes citados no texto.

A figura 6.11, mostra as interpretações de vários alunos em comparar as ideias do autor ao usar o conteúdo da astronomia.

Figura 6.11 – exposição das interpretações dos alunos sobre o texto sobre a música Astronomia

Aluno1:



O autor quiz dizer que a lua tem várias fases e que há fases em que não conseguimos vê-la.
Como é citado ainda as estrelas nascem vivem e morrem assim como as pessoas.

Aqui o aluno diz que a letra da música mostra que a lua tem várias fases. É interessante ainda que o aluno construir o conceito de evolução das estrelas, quando em sua fala ele relata que elas nascem, vivem e morrem e compara isso as pessoas. Percebe-se que o aluno refletiu sobre a vida humana.

Aluno 2:

Fez da Lua cheia, depois Apagado Reflexo do sol: Significa que a lua está cheia

Noite sem lua: Significa que a lua é minguante

Estrelas que a gente vê mas se extinguem há milhões de anos (como eu e agora) brilharam (brilham) só por um tempo só pra nós? É como se o brilho das estrelas estivesse acabando e é como se eu não lembrasse mais, mas mesmo assim brilham por que ainda estão lá.

A visão do aluno de que; 'apagando o reflexo do sol porque a Lua está cheia parece ser uma ideia contrária aos conceitos de fases da Lua, pois se o Sol não está refletindo a Lua não poderia estar cheia.

Aluno 3:

O texto da música "Astronomia", ressalta sobre o "brilho" de estrelas mortas e um brilho, mas que ainda não vistas. O autor se compara com uma dessas estrelas mortas, mas ele diz que agora elas brilham como se ele renascesse e com um novo brilho interior, e com um brilho ainda mais forte. Resumindo: uma estrela morta renasce.

O aluno 3 compreende que as estrelas que não existem mais continuam a ser vistas e que devido ao seu brilho parecem nascer de novo. E resume afirmando que uma estrela morta renasce. Embora os conceitos sobre morte das estrelas não fossem abordados em sala, a curiosidade do aluno permitiu que tais conceitos fossem comparados dentro do texto musical. Sem esses conhecimentos prévios, o texto provavelmente não faria nenhum sentido para o aluno.

Aluno 4:

Na 1ª estrofe o texto fala sobre a luz da lua que provém do reflexo dos raios solares. (a estrela maior).

No refrão vemos um enredo dramático quando ele relata sobre as estrelas se extinguirem há milhões de anos, e faz uma comparação consigo mesmo.

Em minha opinião a luz da lua se refere a etc, sendo etc a lua e o reflexo do sol e alguém que ele ama, assim transmitindo a luz solar para etc.

Aluno 5:

A música se refere a um casal, o Sol e a Lua, uma briga entre eles, que foi com que o Sol escreveu essa música se dedicando para lua, mencionando que ele vive só para ela.

Fonte: autor

O aluno 6 e 7, compara a interação Sol e a Lua como sendo a expressão de sentimentos entre um homem e uma mulher.

Aluno 6:

Logo na primeira frase ele indica uma troca de lugares entre o sol pela lua, deixando sem vestígios o reflexo do sol.
 Ressalta a ideia de noites sem brilhos ou talvez noites escuras.

E na última parte mostra que a pessoa se desfaz como as estrelas há milhares de anos. Uma mensagem que talvez possa ser interpretada como morte e que brilha para a pessoa mais importante que ainda habita a Terra.

E, juntando as possíveis referências e enigmas sobre a vida pessoal de alguém, o sol que antes era o centro de luz e brilho, agora tem sido ofuscado pelo brilho da lua que pode ser entendido como uma profunda tristeza e escuridão. Existindo somente na conexão de quem sentiu a falta na partida para que, até então, não sintia mais.

Aluno 7:

O autor ao se referir a "luz da lua" e ao "reflexo do sol" ele deixou subentendida que a lua é um astro que recebe pequenos reflexos do sol e isso às vezes, nos faz pensar que ela possui brilho próprio.

No verso "estrelas que a gente vê mas se extinguiram há milhares de anos (como eu) e agora brilham (brilho) só pra você", entende-se que é uma expressão de amor onde o eu lírico se fagocitou e assim como as estrelas brilham, ele brilha apenas para sua amada. Por algum motivo desconhecido ou oculto, pensou que seu tempo fosse curto demais, fazendo com que ele vivesse sempre de forma aventureira tendo em mente a frase "agora ou jamais".

CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As concepções das teorias da aprendizagem significativa de David Ausubel, foram o ponto de ancoragem para o vislumbre deste trabalho. A aplicação do questionário ou o pré-teste revelou as lacunas dos conhecimentos prévios dos alunos. Foi possível perceber por exemplo que muitos não conheciam a ordem dos planetas do sistema solar e ainda que a grande maioria nunca havia utilizando um aplicativo com simulações de observação astronômicas, porém, seus conhecimentos ora não alinhados com as teorias científicas foram importantes para o aprendizado significativo e possibilidades deste trabalho.

A partir destas dificuldades apresentadas pelos alunos, se pode organizar por meio da sequência didática as atividades que possibilitassem uma aprendizagem significativa. Foram necessárias atividades que se adequassem a realidade dos alunos, não só as deficiências de conteúdo, mas também atividades que suprissem as ausências de um laboratório de ciências, de um observatório, de um laboratório de informática com um número de computadores suficientes, de um livro didático que explorasse o conteúdo astronomia de uma forma mais completa, etc. Desta forma as atividades propostas com materiais de fácil acesso e explorando os meios disponíveis, pode-se adequar a sequência didática dentro de muitas realidades.

Com a aplicação da sequência didática como forma de produto educacional, foi possível perceber que os alunos ampliaram a visão sobre as possibilidades de um aprendizado mais significativo dentro do conteúdo da astronomia observacional. Foi percebido ainda, que haveria uma possibilidade de se trabalhar nessa perspectiva o conteúdo da óptica geométrica, tendo em vista uma melhor compreensão de como se forma a imagem nas lunetas. Pois houve o questionamento pelos alunos de como se forma a imagem por meio das lentes da luneta. Foi possível perceber que embora com poucos recursos dentro da escola pública, o aluno pode ser um agente transformador na busca do conhecimento.

As sequências didáticas abriram uma maior possibilidade de articular o conteúdo as necessidades dos alunos a diferentes análises de seus conhecimentos prévios onde a provocação do conteúdo trabalhado enganou uma ancoragem possível dos seus conhecimentos prévios.

Embora as atividades desenvolvidas aconteceram em seis encontros com uma turma, percebeu-se que outros alunos tiveram a curiosidade de participar.

As observações dos alunos evidenciaram suas dificuldades em observar o céu, mas ainda assim seus relatos convergiram em uma motivação maior em aprender a aprender.

Caminhando em direção ao objetivo deste trabalho pude perceber muitos desafios ao trabalhar o conteúdo astronomia dentro da sequência didática. A desmotivação presente em muitos alunos da rede pública se tornou um desafio imenso no desenvolvimento deste trabalho. Muitas vezes parecia que estava caminhando sem direção, pois no início, logo na aplicação do pré-teste muitos alunos não quiseram participar, foram muitos os argumentos: ‘vai cair na prova? Quantos pontos vai valer? A atividade pode ser aplicada depois do lanche? Eu não sei nem o que é astronomia imagina o que é uma luneta! ’.

Percebi durante este trabalho que minha prática pedagógica não partia de uma reflexão do que precisava mudar, e que durante meus dez anos de docência não havia percebido que poderia fazer ou propor algo diferente diante da complexa atividade social de ensinar. Porém, a partir do mestrado profissional, houve o alinhamento entre os conhecimentos teóricos com a prática em sala de aula, e pude agir profissionalmente com novas possibilidades metodológicas, propiciando aos alunos uma maior motivação para o ensino aprendido. O meu agir profissional se realizou ao incorporar a reflexão contínua e coletiva. De forma a construir a intencionalidade da proposta da sequência didática disponibilizada a todos, de forma democrática, onde o aluno também foi agente desta construção de forma consciente e participativa.

Concluir que há sempre novas possibilidades, que os métodos de ensino que aplicamos em sala de aula precisam se adequar sempre as mudanças da juventude, pois não se pode esperar que eles compreendem as leis da natureza de uma forma instantânea, ou sempre da mesma forma. É preciso ter sensibilidade com o aprendizado, entender que ele é um processo e que se dar de uma forma bem complexa para cada agente desta transformação.

Avaliei que o ensino por investigação, as atividades interpretativas foram adequadas para a proposta desta pesquisa por possibilitar aos alunos que interagissem, discutissem, encontrassem soluções diferentes e interpretações diferentes sem um formato único de resposta. Assim, os alunos foram agentes de seu aprendizado, praticaram a ação e não se permitiram sofrerem a ação do desânimo, da passividade que na maioria das vezes ocorre com a imposição de um único método.

Percebi que as dificuldades possivelmente seriam menores ao se trabalhar o conteúdo de astronomia junto com o conteúdo de óptica.

Portanto, o presente trabalho articulado por meio da sequência didática transformou o desejo dos alunos em buscar novas habilidades de compreender o ambiente celeste, logo, o trabalho aqui desenvolveu-se de forma qualitativa ao atingir seus objetivos de desenvolver uma aprendizagem significativa no ensino da astronomia no ensino médio.

Para ampliação desta pesquisa, há a possibilidade, como sugestão, de se introduzir o conteúdo de óptica, pois os alunos por não ter ainda visto este conteúdo, se questionaram como se formava a imagem, o que era o foco da luneta e muitas outras interrogações que possivelmente seria uma ótima oportunidade de se ampliar o conteúdo a ser trabalhado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, R. R. **Temas estruturadores no ensino de física: potencializando a aprendizagem em termodinâmica no ensino médio através de unidades didáticas.** 2012.151 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande. UFRG, 2012.

BRASIL, **Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. PCN+: Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais.** Brasília. MEC/SEB, 2002.

BOCZCO, R. **Conceitos de Astronomia.** São Paulo: Ed. Edgard Blucher LTDA, 1984.

CANALLE, J. B. G. EXPLICANDO ASTRONOMIA BÁSICA COM UMA BOLA DE ISOPOR. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3: p. 317-334, dez. 1999.

CANALLE, J.B.G. A luneta com lente de óculos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, V. 11, n. 3, p. 212 – 220, dez. 1994.

DAMINELI A; STEINER, J. **O Fascínio do universo.** São Paulo: Ed. Odysseus, 2010.

FEYNMAN, R. P; LEIGHTON, R. B; SANDS, M; **The Feynman Lectures on Physics.** Volume 1. 2ª ed. Bookman. São Paulo, 2009.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. **Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores.** In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VIII. Anais. Campinas, 2011.

J. MATUI, **Construtivismo: Teoria Construtivista Sócio Histórica Aplicada ao Ensino** (Ed. Moderna, São Paulo, 1995).

<<http://www.paulobretones.com.br/publica.html>. Acessado em: 05/05/2017.

<<http://www.inep.gov.br/enem/>. Acessado em: 06/05/2017.

<<http://g1.globo.com/educacao/enem/2015/noticia/2016/01/enem-2015-nota-media-cai-em-tres-das-quatro-areas-do-conhecimento.html>> Acesso em dezessete de novembro de 2016.

HORVATH, J. E. Uma proposta para o ensino da astronomia e astrofísica estelares no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 1-8, jan/dez. 2013.

MOACYR, **Primitivo**. *A Instrução e o Império*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, P. 589, 1936.

MORAES, Abrahão de. A Astronomia no Brasil. In: Azevedo, Fernando de (Org.). **As ciências no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1994. p. 99-189.

MOZENA, E. R. **Investigando enunciados sobre a interdisciplinaridade no contexto das mudanças curriculares para o ensino médio no Brasil e no Rio Grande do Sul**. 2014. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. Volume 1. 4ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.

MILONE A. C. Introdução astronomia e astrofísica. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. INPE-7177-PUD/38. 2003.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

RODRIGUES, M.L.V; FIGUEIREDO, J.F.C. **Aprendizado centrado em problemas**. **Medicina** (Ribeirão Preto). 1996.

SANTOS, P. M. **O Instituto Astronómico e Geofísico da USP e seu departamento de Astronomia. Uma breve retrospectiva histórica.** *Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira*, v. 7, n. 2, p. 3-9, 1984.

SANTOS, A. J. J; VOELZKE, M. R.; ARAÚJO, M. S. T. **O projeto Eratóstenes: A reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da astronomia no ensino médio.** *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 29, n. 3: p. 1137-1174, dez. 2012.

TYSON, N. G. **Astrofísica para apressados.** São Paulo: Planeta, 2017.

SEDANO, L.; OLIVEIRA, C. M. A. de. SASSERON, L. H. **Análise de sequências didáticas de ciências: enfocando o desenvolvimento dos argumentos orais, escrita e da leitura de conceitos físicos entre alunos do ensino fundamental.** In: Atas do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), Águas de Lindoia/SP. 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID363/v19_n1_a2014.pdf>. Acesso em: 23 maio 2018.

VYGOTSKI, L. S. **A FORMAÇÃO SOCIAL DA MENTE.** 4 ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora LTDA, 1991. P.11.

I.C. Moreira, L. Massarani; C. Almeida. **Cordel e a Ciência: A Ciência em Versos Populares.** Vieira & Lent, Rio de Janeiro, 2005.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZANON, D. AP V.; FREITAS, D. **A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem.** *Ciências e Cognição*, v. 10, p. 93-103, 2007.

ANEXO A**Termo de concordância da Direção da Instituição de Ensino**

A senhora Gestora do Centro de Tempo Integral – João Henrique de Almeida Sousa: Eu, Jonielton Pinheiro Bacelar, aluno regularmente matriculado no Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Nacional Profissional em Ensino da Física da Universidade Federal do Piauí, em Teresina - PI, venho por meio deste solicitar a autorização para coletar dados neste estabelecimento de ensino, para a realização de minha pesquisa de Mestrado, intitulada: “**SEQUENCIA DIDÁTICA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**” tendo como objetivo geral: Identificar se há indícios de aprendizagem significativa dos conteúdos pelos alunos no ensino de Física por meio por meio da utilização de uma sequência didática para o ensino e aprendizagem de astronomia em uma turma do segundo ano do Ensino Médio no colégio estadual Centro de tempo Integral Didácio Silva do Estado do Piauí, localizada no bairro Dirceu Arcoverde em Teresina/PI.

Afirmo ainda, que as coletas de dados serão realizadas através de observações, filmagens, fotografias e atividades. Desde já, agradecemos a disponibilização, visto que a pesquisa contribuirá para a comunidade científica.

Pelo presente termo de concordância declaro que autorizo a realização da pesquisa na escola Centro de Tempo Integral Didácio Silva.

Teresina, ____ de _____ de 2018

Direção da Escola

Jonielton Pinheiro Bacelar

Mestrando em Ensino de Física –UFPI

ANEXO B**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO**

Com o intuito de alcançar o objetivo proposto para este projeto: “**UMA SEQUENCIA DIDÁTICA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**”, venho por meio deste documento convidar-lhe a participar desta pesquisa que faz parte da dissertação de mestrado desenvolvida no programa de Pós Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, tendo como Orientador a Professora Dr^a. Edina Maria de Sousa Luz. Deste modo, no caso de concordância em participar desta pesquisa ou permitir participar (alunos menores de idade), ficará ciente de que a partir da presente data:

- Os direitos da entrevista gravada, filmada ou respondidas (questionários) realizada pelo pesquisador, será utilizada integral ou parcialmente, sem restrições;

- Estará assegurado o anonimato nos resultados dos dados obtidos, sendo que todos os registros ficarão de posse do pesquisador por cinco anos e após esse período serão extintos.

Será garantido também:

-Receber a resposta e/ou esclarecimento de qualquer pergunta e dúvida a respeito da pesquisa;

-Poderá retirar seu consentimento a qualquer momento, deixando de participar do estudo, sem que isso traga qualquer tipo de prejuízo.

Assim, mediante termo de Consentimento Livre e Esclarecido, declaro que autorizo minha participação nesta pesquisa, por estar esclarecido (a) e não me oferecer nem um risco de qualquer natureza. Declaro ainda, que as informações fornecidas nesta pesquisa podem ser usadas e divulgadas neste curso Pós-graduação *stricto sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário, bem como nos meios científicos, publicações eletrônicas e apresentações profissionais.

Participante da pesquisa

Pesquisador: Jonielton Pinheiro Bacelar
engjonieltonbacelar@gmail.com

Teresina/PI, _____ de _____ de 2018

ANEXO C

Pré-teste relacionado com as temáticas do sistema solar.

Nome: _____

Turma: _____ Data de aplicação: ____/____/____

Professor: Jonielton Pinheiro Bacelar.

- 1) O que você responderia caso alguém lhe perguntasse o que é Astronomia?

- 2) Há muitos relatos sobre a vida do homem antigo. Mas será que ele já tinha conhecimentos sobre Astronomia? Justifique.

- 3) A Astronomia está presente no nosso dia-a-dia? Em caso positivo, explique como ou onde ela está presente.

- 4) Você acredita que a Terra se move no espaço? Em caso positivo, explique como ela se move.

- 5) Com certeza você já viu as estrelas a noite. Mas só podemos ver estrelas durante a noite? Justifique.

- 6) Há diferenças entre estrelas, planetas e satélites. Em caso afirmativo, quais? Como é definido o caminho aparente do Sol na esfera celeste? O que são equinócios e o que eles representam?

- 7) Nosso sistema solar é descrito por planetas que o orbitam. Qual é a ordem dos planetas do Sistema Solar de acordo com sua distância ao Sol?

ANEXO D

Questionário de observação referente a atividade confecção de lunetas

Nome: _____

Atividade 3: Observação do céu noturno

Como Galileu desenvolveu a ciência moderna

Ele decifrou as luas de Júpiter. As fases de Vênus. O movimento dos pêndulos. Morreu perseguido – e a história provou que ele estava certo.

Este é um texto das antigas: foi publicado na SUPER em 30 de abril de 1989, e tem um comentário do engenheiro Milton Vargas, que lecionou na Escola Politécnica da USP e morreu em 2011. Divirta-se com o flashback.

Por ter afirmado que a Terra se move em torno do Sol, Galileu Galilei, um dos gênios da grande revolução científica do século XVII, foi preso e, sob ameaça de tortura, obrigado a uma retratação humilhante. Seu julgamento pelos tribunais da Inquisição é um dos grandes marcos negativos da história do pensamento. Diante da Inquisição, Galileu representa a eterna luta entre a rebeldia e o conformismo intelectual, entre a liberdade de pensamento e a censura. É também a demonstração de que uma verdade pode ser sufocada de modo brutal – e mesmo assim, emergir intacta depois.

No entanto, a importância de Galileu vai muito além do seu histórico confronto com a Inquisição. Em torno de sua figura criaram-se lendas e equívocos. Muitos o admiram por coisas que não fez. Ele não inventou sozinho o telescópio, nem o termômetro, nem o relógio de pêndulo – embora sua participação tenha sido essencial nos três casos. Também nunca atirou pesos do alto da torre de Pisa, para demonstrar que corpos de massas diferentes caem com a mesma velocidade. Chegou a essa conclusão realizando experimentos um pouco mais tediosos (como rolar bolas de ferro em um plano inclinado).

Seu maior legado, porém, não foi uma descoberta científica específica, e sim um jeito de pensar. Galileu insistiu que a linguagem adequada para a filosofia natural (o nome que se dava, na época, às ciências exatas e biológicas) era a matemática, e não a palavra. Que

qualquer afirmação sobre a natureza deveria partir da observação da própria natureza. Que é preciso acumular dados e fazer experimentos. Em resumo: sem Galileu, não haveria

Origens

Galileu Galilei nasceu na cidade de Pisa em 1564, mesmo ano da morte do pintor e escultor Michelangelo e do nascimento do dramaturgo inglês William Shakespeare. Exatos 31 anos antes, o matemático e astrônomo polonês Nicolau Copérnico publicou sua obra maior – Das revoluções dos corpos celestes –, defendendo a teoria de que a Terra se move em torno do Sol, e não o contrário.

Essa teoria seria defendida e desenvolvida por Galileu e seu contemporâneo Johannes Kepler, que primeiro descreveu a trajetória elíptica dos planetas. A síntese final desses trabalhos foi a Teoria da Gravitação Universal, formulada pelo físico e matemático inglês Isaac Newton que, por coincidência, nasceu em 1642, o mesmo ano em que Galileu morreu.

Filho de Vincenzo Galilei, músico, o futuro cientista começou seus estudos superiores na Escola de Medicina de Pisa, em 1581. Quatro anos depois, foi obrigado a abandonar o curso – embora houvesse quarenta bolsas disponíveis, ele não conseguiu nenhuma. Mas sua verdadeira vocação não era ser médico, e sim físico (não que existisse o conceito de físico na época, é claro). Aos 17 anos, assistindo a uma cerimônia na catedral de Pisa, observou um lustre que oscilava no teto. Controlando o tempo pelos seus próprios batimentos cardíacos, verificou que o intervalo entre cada oscilação era sempre o mesmo – não importava se o lustre oscilava 10 centímetros ou 10 metros.

Ele simulou o movimento pendular do lustre em um experimento controlado, e sugeriu que essa característica do pêndulo poderia tornar os relógios mais precisos. A idéia foi logo aproveitada por outros inventores e, apenas três décadas após a morte de Galileu, o erro médio dos melhores relógios havia caído de 15 minutos por dia para apenas 10 segundos.

Ao abandonar a Faculdade de Medicina, Galileu foi lecionar em Florença. Durante os quatro anos em que trabalhou ali, publicou um trabalho em que descrevia a balança hidrostática – essa, sim, uma invenção sua – utilizada para medir o peso específico dos sólidos ou a densidade dos líquidos. Graças a esse trabalho, tornou-se, aos 25 anos, professor de Matemática, e foi lecionar na Universidade de Pisa, que quatro anos antes lhe recusara uma bolsa como estudante.

Carreira

Foi em Pádua, onde viveu dezoito anos – de 1592 a 1610 –, lecionando Matemática, que Galileu desenvolveu a parte mais consistente de suas pesquisas, sobretudo as relativas à resistência dos materiais, que lhe foram sugeridas pela observação dos trabalhos nos estaleiros navais do Arsenal de Veneza, que visitou várias vezes. O problema era descobrir por que estruturas geometricamente semelhantes, de máquinas ou edifícios, tendo desempenho satisfatório quando construídas em determinada escala, fracassam ao serem construídas em escala maior. Galileu encontrou a explicação e estabeleceu sistemas de cálculo que permitiram obter o dimensionamento seguro das estruturas.

Já então estava, também, convencido do acerto das teorias de Copérnico sobre a movimentação dos astros, mas em suas aulas continuava a ensinar que a Terra era o centro do Universo e em torno dela giravam planetas e estrelas. Não tinha medo da Inquisição, ainda, pois nessa época a própria Igreja não dava importância ao assunto. Conforme confessou numa carta escrita a Kepler, datada de 1597, temia o ridículo. E tinha razão. A imobilidade da Terra não era apenas uma teoria defendida pela tradição da escola de Aristóteles, mas sobretudo parecia perfeitamente de acordo com o senso comum.

Qualquer pessoa pode observar, diariamente, que o Sol, a Lua e as estrelas se movimentam; no entanto, nada havia, na época, que pudesse mostrar o movimento da Terra, sugerido teoricamente apenas em complicados cálculos matemáticos. Assim, era fácil imaginar: se a Terra estivesse em movimento, as pessoas sobre ela perderiam o equilíbrio e as nuvens e a Lua ficariam irremediavelmente para trás.

O debate teria permanecido nesse nível, se não ocorresse a invenção do telescópio, não se sabe ao certo por quem nem onde. Os primeiros telescópios surgiram na Holanda, por volta de 1600 e logo se espalharam por toda a Europa. Galileu construiu seu próprio telescópio sem nunca ter visto um. Bastou-lhe a descrição do instrumento que aparecera em Veneza. O primeiro aumentava nove vezes; o segundo, trinta vezes, e era superior a qualquer outro já fabricado.

O grande mérito de Galileu foi apontar seu telescópio para o céu. Descobriu, assim, tantas coisas novas que em poucos meses escreveu e publicou o *Sidereus Nuncius* (em português, “O mensageiro das estrelas”), um opúsculo de apenas 24 páginas extraordinariamente rico

em revelações. A Lua, relatou ele, não tem uma superfície lisa, mas está cheia de irregularidades, como a Terra. Voltando-se para as estrelas, que então se supunha fixas, surpreendeu-se ao descobrir miríades de outras jamais vistas, “que em número superam mais de dez vezes as anteriormente conhecidas”. Percebeu que a Via Láctea não era constituída, como pretendia Aristóteles, por “exalações celestiais”, mas era um aglomerado de estrelas. E descobriu quatro planetas – hoje dizemos satélites – girando em torno de Júpiter.

Não havia, ainda, nenhuma prova conclusiva do acerto do sistema heliocêntrico proposto por Copérnico. Mas já ficava difícil admitir que a Terra era o centro do Universo, se havia corpos girando em torno de Júpiter. E como continuar acreditando no dogma de que as estrelas haviam sido criadas apenas para deleite dos homens, se a maior parte delas era invisível a olho nu? As resistências ao uso do telescópio, sobretudo na Astronomia, foram tão grandes que o próprio Galileu considerou necessário conferir com rigor a exatidão dos seus instrumentos.

Focalizava a distância os mais variados objetos e em seguida ia observá-los de perto, para ver se a olho nu se confirmavam as imagens observadas de longe pelo instrumento. Ainda assim, as duas primeiras demonstrações públicas não foram um sucesso. Em 24 de abril de 1610, em Bolonha, pretendeu mostrar os satélites de Júpiter a um grupo de convidados ilustres. Ninguém saiu convencido de nada. Não que fossem todos mal-intencionados – apenas, embora o telescópio de Galileu fosse o melhor já construído, era ainda muito precário. Seu campo visual era tão pequeno que o milagre não seria conseguir enxergar os satélites, mas localizar no céu o próprio planeta Júpiter.

Logo, no entanto, Galileu recebeu o apoio entusiasmado de Kepler, então no auge do prestígio como matemático imperial na corte de Praga. Em seguida, converteram-se algumas das mais destacadas figuras da ordem dos jesuítas, que chegaram a homenageá-lo em Roma, onde o próprio papa Paulo V o recebeu numa audiência amistosa. Para coroar tudo, foi convidado a morar em Florença, como “primeiro matemático e filósofo dos Medicis”. Tudo isso aconteceu em 1610, quando ele tinha 46 anos. Como se explica que 23 anos mais tarde estivesse em desgraça submetido aos juízes da Inquisição?

Perseguição

Dois motivos contribuíram para isso. Primeiro, a mudança política da Igreja Católica, causada pela pregação protestante que, tomando ao pé da letra as palavras da Bíblia, multiplicava seus adeptos por toda a Europa. Roma decidiu fortalecer sua própria ortodoxia e começou a vigiar teorias suspeitas, como as defendidas por Galileu. Mas seu pior inimigo foi seu próprio temperamento. Ou melhor, uma das facetas de seu temperamento contraditório. Conforme a hora e as circunstâncias, Galileu sabia mostrar-se alegre e comunicativo, amigo das boas coisas da vida.

Mas a personalidade de Galileu tinha um lado sombrio: quando entrava em polêmicas científicas, era sarcástico, brutal, de um orgulho desmedido. Gastou muita energia atacando supostos rivais. Em 1616, finalmente, deu-se seu primeiro confronto com a Igreja. Representava o Vaticano o cardeal Roberto Belarmino, autor do catecismo em sua forma moderna, e que seria beatificado em 1923 e santificado em 1930. Ele, pessoalmente, parecia inclinar-se pela teoria do heliocentrismo, mas estava em minoria entre os teólogos da Inquisição. Ainda assim, concedeu a Galileu autorização para continuar a estudá-la, como hipótese matemática, mas não para defendê-la publicamente.

Galileu afastou-se da polêmica durante sete anos. Voltou com força redobrada em 1623, quando seu grande amigo, o cardeal Maffeo Barberini, foi eleito papa com o nome de Urbano VIII. Já com a saúde abalada, foi recebido pelo pontífice em seis longas audiências. Foram-lhe conferidas honras e favores, e permissão para descrever abertamente as teses de Copérnico, desde que descrevesse simultaneamente e de forma imparcial as teorias tradicionais. Deveria concluir afirmando a impossibilidade de decidir qual era a mais correta, visto que Deus, sendo onipotente, poderia atingir os fins observados pelo homem da maneira que melhor entendesse.

Oito anos mais tarde, em 1632, Galileu publicou os Diálogos sobre os dois maiores sistemas do mundo – Ptolomeu e Copérnico, heliocentrismo e geocentrismo. À primeira vista, seguia a orientação papal, tanto que o livro foi autorizado. A obra reproduz uma conversa entre três personagens: Salviati que defende as teses de Copérnico; Sagredo, um observador neutro; e Simplicius, defensor de Aristóteles e Ptolomeu.

O problema foi a caracterização: Salviati é sempre brilhante, Sagredo logo abandona a imparcialidade e passa a apoiá-lo com entusiasmo, e Simplicius é pouco mais que um idiota, ridicularizado do princípio ao fim.

Publicada a obra, Urbano VIII percebeu que fora enganado e pôs a máquina da Inquisição em marcha. A acusação principal contra Galileu era desobediência às ordens recebidas do cardeal Belarmino para não defender as idéias de Copérnico. No primeiro interrogatório, abril de 1633, o réu alegou que tudo não passara de um mal-entendido:

“Nem mantive nem defendi no meu livro a opinião de a Terra se mover e o Sol permanecer estacionário demonstrando antes o oposto, e mostrando serem fracos e não conclusivos os argumentos de Copérnico”. Ninguém poderia acreditar nisso, pois no livro incriminado o autor chamava os adversários de Copérnico de “anões mentais”, idiotas” e “indignos do nome de seres humanos”.

Aconselhado por um cardeal amigo, o sábio mudou de tática no segundo interrogatório. Admitiu que um leitor desprevenido, diante de alguns trechos do livros, poderia imaginar tratar-se de uma defesa de Copérnico, mas garantia não ter sido essa sua intenção. E se propunha escrever uma continuação do diálogo, em que deixaria claro seu modo de pensar. No terceiro interrogatório, sob ameaça de tortura que afinal não se concretizou, os inquisidores tentaram fazê-lo confessar que acreditava mesmo no que dizia Copérnico – o que, aliás, estava evidente no livro.

Galileu não confessou e recebeu a sentença: os Diálogos foram proibidos, o autor obrigado a abjurar da opinião copernicana segundo uma fórmula que lhe passaram. De quebra, condenaram-no à prisão domiciliar, enquanto aprovesse ao Santo Ofício. Não se pode dizer que, materialmente, tenha sido maltratado. Sua prisão era um apartamento de cinco aposentos, com janelas dando para os jardins do Vaticano, criado particular e mordomo para cuidar das refeições e do vinho. Seus últimos anos de vida, na companhia dos discípulos Torricelli e Vincenzo Viviani, foram dos mais produtivos.

Em 1636 terminou Diálogos relativos a duas novas ciências, obra na qual retoma, de forma ordenada, observações sobre dinâmica que fora acumulando durante toda a vida. Lança, igualmente, as bases do estudo racional da resistência dos materiais. A igreja demorou alguns

séculos, mas acabou reconhecendo o erro cometido. Em 1983, frente a uma platéia de mais de trinta ganhadores do Prêmio Nobel, o papa João Paulo II admitiu: “A experiência da Igreja durante o caso Galileu e depois dele levou a uma atitude mais madura e a uma compreensão mais acurada de sua própria autoridade”.

O método científico de Galileu

Por Milton Vargas (1914 – 2011)

É no próprio centro do movimento renascentista, em que pintores e arquitetos confiam no que seus próprios olhos percebem, que Galileu Galilei propõe seu método experimental. Pois é nos Discursos sobre duas novas ciências, escritos nos anos de reclusão, após ter sido condenado pela Inquisição, que surge mais nitidamente o método galileano, sob o qual se constrói a ciência moderna.

É o seguinte: premido pela necessidade de resolver um problema, quando ainda não tenho condições de chegar a uma solução analítica, baseio-me numa conjectura. Isto é, em algo ainda não necessariamente verdadeiro. Algo ideal, pois não necessariamente induzido de observação empírica e também não necessariamente evidente por si mesmo. Mas algo plausível, diante de tudo o que já se conhece, na época, sobre o fenômeno.

Por exemplo: é plausível, mas não evidente, que na ausência de resistências de atrito ou do ar, os corpos caem com velocidade uniformemente crescente com o tempo, independentemente de seu peso, tamanho e forma. A partir dessa conjectura deduzo – preferencialmente com o emprego da Matemática – conclusões particulares. Por exemplo: posso demonstrar matematicamente que, se os corpos caírem com velocidade uniformemente acelerada, sem sofrer resistência, os espaços percorridos em intervalos iguais de tempo estarão entre si como os números ímpares: 1, 3, 5, 7... Isto é, no primeiro segundo caem de uma certa altura h ; no segundo, $3h$; no terceiro, $5h$ etc.

Para verificar essa conclusão, faço uma experiência. Mas não é uma qualquer; não é uma observação ocasional do fenômeno. É um experimento organizado e interpretado de acordo com a conjectura. Por exemplo: armo um plano inclinado e sobre ele deixo rolar uma bola, em vez de deixá-la cair livremente. Com isso elimino a resistência do ar. Por outro lado, a canaleta do plano inclinado é bem polida e a bola é dura e lisa para eliminar o atrito. Divido

ANEXO E**Atividade 4: Observando as estrelas e planetas**

Aluno: _____

1) Na sua escola você já participou de uma aula de astronomia?

sim não

2) você conhece algum software ou aplicativo de astronomia?

sim não Se sim, qual? _____

3) O professor utilizou algum programa de astronomia na aula?

sim não

4) Você se lembra do nome do programa? sim não

Se sim, qual? _____

Instale o aplicativo gratuito Sky Maps no celular smartphone. Utilizando o sistema de geolocalização, o aplicativo mostra onde você está e a localização dos astros ao seu redor. Com um mapa bem construído e uma visualização simples, é possível encontrar todas as estrelas, constelações e planetas que quiser. Ao iniciar o aplicativo, ele vai encontrar sua localização através do GPS. A imagem mostra estrelas, constelações e planetas, e você pode escolher o que deseja visualizar nas configurações. Se você deseja localizar um planeta ou um astro, digite o nome na busca. Uma seta no centro da tela indica para onde você deve mover o aparelho. Quando encontrar o que procura, o aplicativo mostra o resultado dentro de um círculo.

6) O que você achou ao utilizar o programa Sky Maps a partir de nossa aula de astronomia?

ótima boa regular ruim péssima

7) Você gostaria de ter mais aulas desse tipo, com o uso de tecnologia sobre astronomia?

sim não

8) Em que grau o uso do programa contribuiu para ampliar o seu conhecimento sobre astronomia?

não contribuiu contribuiu pouco contribuiu bastante

9) Com o uso do software o conteúdo ficou mais fácil de se aprender?

sim não

ANEXO F**Astronomia**

Danielson

ASTRONOMIA

(Letra e Música: Danielson)

(Assobio)

1) Luz da lua belo luar

Apagado Reflexo do sol

Astro escuro iluminado

Pelo brilho da estrela maior

Luz dos olhos belo olhar

Cintilantes Reflexos do sol

Olhos claros num claro sorriso

Iluminados pelo brilho de um sorriso maior

REF.: LUA CHEIA OU NOITE SEM LUA

ESTRELAS QUE A GENTE VÊ

MAS SE EXTINGUIRAM HÁ MILHÕES DE ANOS (COMO EU)

E AGORA BRILHAM (BRILHO) SÓ PRÁ VOCÊ

SÓ PRÁ VOCÊ

U-HU-UH

BRILHAM (BRILHO) SÓ PRÁ VOCÊ

2) Naquela praça numa bela manhã

Pensei que o meu tempo fosse curto demais

Adiantando a hora fiz tudo atrasar

Ressoando em minha mente um "Agora ou jamais!"

3) Luz da lua belo luar

Presente em incontáveis canções

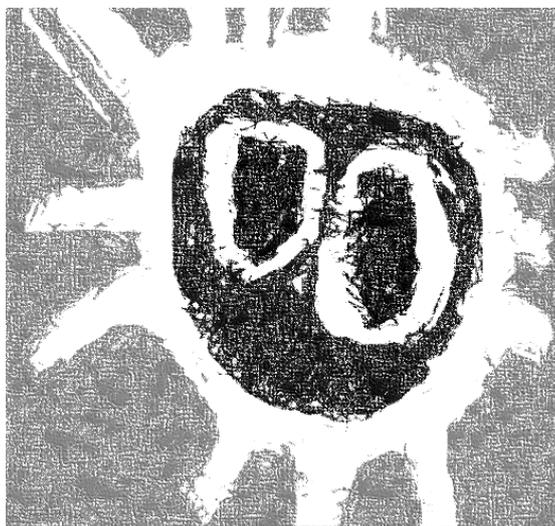
Nessa tímida harmonia me liberte de mim

Antes que o brilho das estrelas chegue ao fim.

Fonte: <https://www.ouvirmusica.com.br/danielson/1221815/>

ANEXO G

Produto de mestrado
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS ININGA



SEQUENCIA DIDÁTICA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO E
APRENDIZAGEM DA ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO

Por Jonielton Pinheiro Bacelar
engjonieltonbacelar@gmail.com

Orientadora:

Profa Dra. Edina Maria de Sousa Luz
Maria.edina99@gmail.com

Teresina – PI

2019

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	84
CAPÍTULO 1	
O sistema Solar.....	86
CAPÍTULO 2	
Sequência didática.....	97
CAPÍTULO 3	
Atividades propostas da sequência didática.....	98
REFERÊNCIAS.....	118

APRESENTAÇÃO

Neste trabalho, intitulado; **“SEQUENCIA DIDÁTICA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO”**, o professor encontrará as instruções necessárias para a sua aplicação em sala de aula.

A sequência didática é o produto referente à conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Piauí – MNPEF – Polo 26 – UFPI.

O objetivo desta sequência é inserir o ensino da astronomia na 2ª série do Ensino Médio. Buscamos, com essa abordagem, levar o estudante a compreender fenômenos astronômicos a partir de uma abordagem qualitativa dos fenômenos presentes no cotidiano.

Acreditamos que possamos assim fomentar a discussão da efetiva inserção do estudo da Astronomia durante o Ensino Médio.

A metodologia adotada priorizou uma prática pedagógica baseada nos preceitos da teoria da Aprendizagem significativa de David Ausubel, por permitir um direcionamento das atividades com os alunos do conteúdo Astronomia que favoreça o ensino e aprendizado em seus diferentes níveis de desenvolvimento. A sequência envolverá a aplicação de diversas atividades, tanto individuais como coletivas, propiciando na sequência didática a aprendizagem em seus aspectos: conceituais; procedimentais e atitudinais.

A sequência didática foi dividida em 5 atividades ou aulas, de 50 minutos cada, e apresentada por meio de oficina, aplicativos de celular, música e textos.

Caro professor, a sequência didática é composta por várias atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos executam com a sua mediação do professor. Todas as atividades foram planejadas para serem aplicadas durante uma aula e pensadas para que o aluno seja criativo durante sua aplicação.

A partir das respostas dos alunos, será possível adequar as outras atividades de acordo com suas necessidades, podendo assim variar a ordem de aplicação e serem acrescentados outros materiais.

CAPÍTULO 1

O sistema Solar

Nos últimos anos com avanço da tecnologia, nosso sistema solar passou a ser melhor compreendido, uma história que começou a ser escrita a muito tempo atrás, mas que continua a ser escrita. Nas últimas décadas, os modernos telescópios e sondas espaciais têm nos revelado imagens surpreendentes do sistema solar e de novas descobertas do universo e que inspiram ainda mais a mente curiosa a se questionar de tudo o que é mostrado na mídia, nos livros e revistas.

O lançamento de sonda espaciais tem aproximado cientistas dos nossos vizinhos do sistema solar, por meio de imagens e materiais coletados na superfície de alguns destes planetas¹. Assim, todos os planetas do sistema solar já foram visitados por meio de sondas, com exceção de Plutão, classificado recentemente como um planeta anão.

O Sistema Solar é muito mais do que apenas os planetas e seus respectivos satélites. Podemos definir o Sistema Solar como sendo o conjunto de todos os corpos celestes, independente de tamanho, estado físico ou propriedades, que estão gravitacionalmente ligados ao Sol, atraídos pela sua enorme gravidade e que descrevem órbitas em torno dele. Assim, o Sol é o centro de referência em torno do qual todos os objetos pertencentes ao

Sistema Solar descrevem suas órbitas. Entre esses objetos estão incluídos os planetas, satélites, asteroides, cometas, e partículas de gás e poeira interplanetárias que se espalham pelo espaço existente entre os moradores desse Sistema.

Para melhor descrever o Sistema Solar os astrônomos preferem dividi-lo em algumas partes que abrigam corpos possuidores de características semelhantes. Além do Sol, planetas terrestres e jupiterianos e seus satélites, existem três regiões no Sistema Solar que, ao invés de abrigarem apenas um corpo celeste, são a moradia de milhares ou milhões de pequenos objetos que também descrevem órbitas em torno do Sol. Essas regiões são:

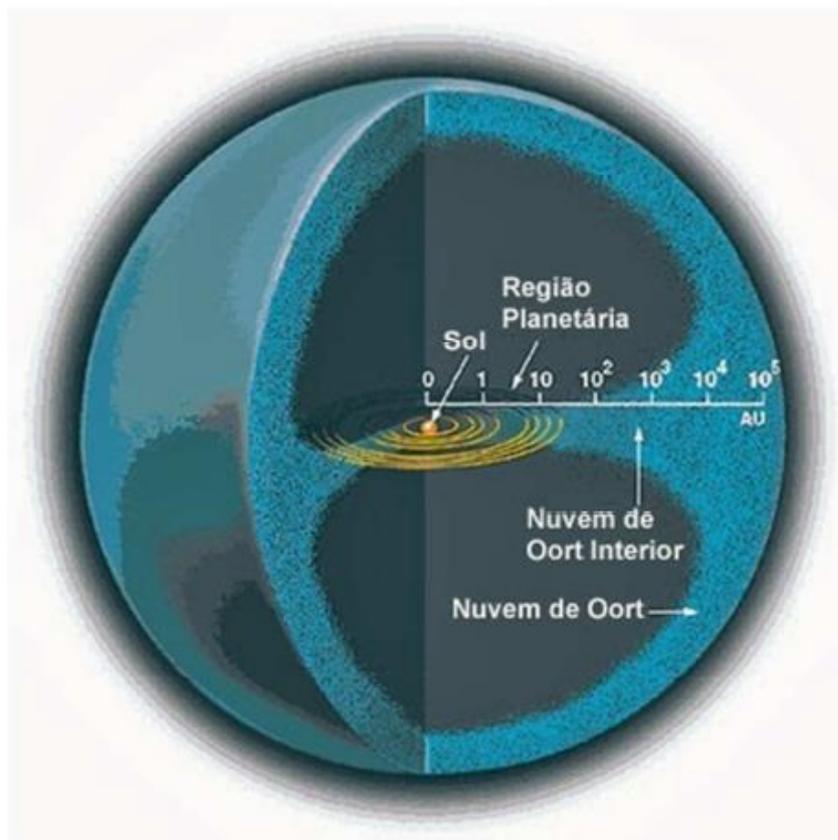
- Cinturão de Asteroides: Localizado entre os planetas Marte e Júpiter, o Cinturão dos Asteroides é o local onde estão distribuídos a maioria dos asteroides que conhecemos.

- Cinturão Trans-Netuniano, também conhecido como Cinturão de Kuiper Esta região em forma de disco, com milhões de objetos, está localizado a partir da órbita do planeta Netuno. Ela é o local de origem de vários cometas que cruzam o Sistema Solar.

- Nuvem de Oort: Com possivelmente milhões de objetos, que seriam restos da formação do Sistema Solar, esta é a região mais longínqua do Sistema Solar, situada

muitíssimo depois do planeta anão Plutão. A Nuvem de Oort tem a forma de uma imensa esfera que envolve todo o Sistema Solar.

Figura 2.2 - Esquemática da Nuvem de Oort



Fonte: http://www.portaldoastronomo.org/tema_pag.php?id=4&pag=3

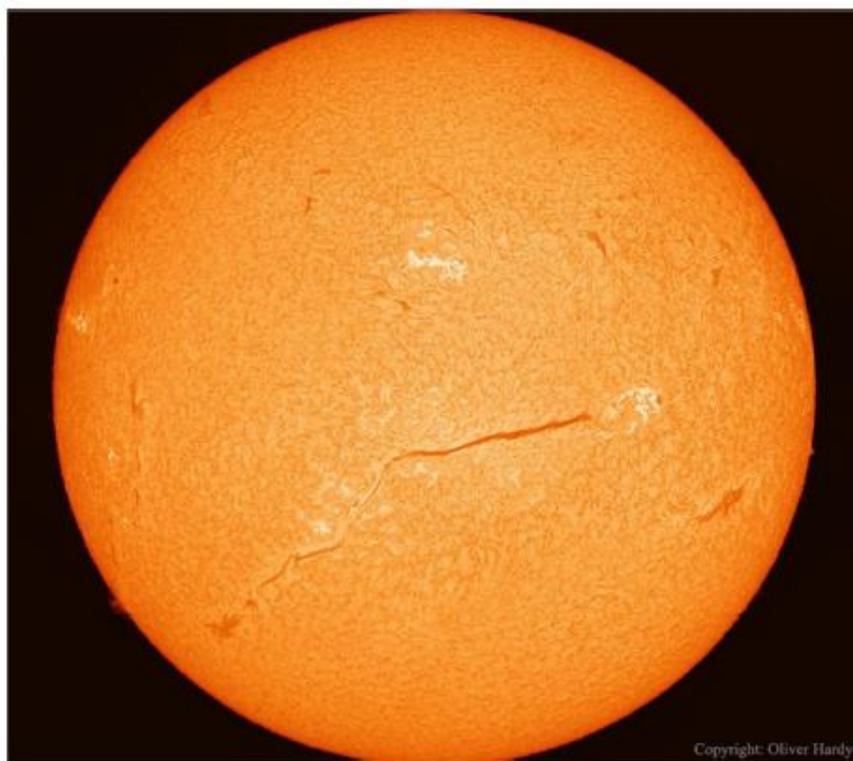
A suposição de que as dimensões da Terra é infinita fez parte da concepção de muitos povos. Imagina o que diriam do sistema solar?

À distância, nosso sistema solar parece vazio. Se você o fechasse em uma esfera – uma grande o bastante para conter a órbita de Netuno, o planeta mais exterior- então o volume ocupado pelo Sol e por todos os planetas e suas luas responderia por pouco mais de um trilionésimo do espaço ocupado. Mas ele não está vazio, o espaço entre planetas contém todo o tipo de pedras grandes, cascalho, bolas de gelo, poeira, fluxos de partículas carregadas e sondas enviadas de longe. O espaço também é permeado por monstruosos campos gravitacionais e magnéticos (TYSON, 2017, P. 141).

O sistema solar tem como referência o Sol, pois todos os corpos do sistema solar orbitam em torno dele. É a estrela mais próxima da Terra, o maior corpo do Sistema Solar, com aproximadamente 99% de toda sua massa. A 150 milhões de km da Terra é a fonte de

luz e calor de todo o Sistema Solar. Ao contrario que muitos pensam o Sol não é uma bola de fogo e sim uma esfera de gás incandescente, onde reações nucleares ocorrem incessantemente, produzindo toda a energia necessária à vida em nosso planeta. Composto principalmente por Hidrogênio e Hélio, se mantém estável possibilitando a existência de vida em nosso planeta.

Figura 2.3 – O Sol



Fonte: <http://www.astropt.org/2015/02/10/um-filamento-extremamente-longo-sobre-o-Sol-apod/>

O sol como uma estrela, possui uma classificação em comparação ao seu brilho a de outras estrelas. A comparação do brilho de uma estrela é denominada magnitude. Há 22 séculos, o grego Hiparco tornou-se o primeiro a compilar um catálogo de 850 estrelas e a classificá-las de acordo com o brilho, numa medida que ele denominou magnitude. Sabe-se que ele as dividiu em seis grupos e no primeiro deles colocou as vinte estrelas que apareciam logo após o anoitecer. Eram os astros de primeira magnitude. Na sexta magnitude, reuniu os astros mais fracos. Seja como for, hoje conhecemos o brilho de 6 milhões de estrelas variáveis e temos catálogos com 15 milhões de estrelas de magnitude acima de 15, além de 4 milhões de galáxias.

Esse sistema sofreu uma única reforma, em 1856, quando se notou que a luz das estrelas de sexta magnitude era cerca de 100 vezes menos intensa que a das de primeira. Ou seja, se a magnitude dá um salto de cinco, a intensidade dá um salto de 100. Assim, se um binóculo capta 100 vezes mais luz que o olho, permite ver estrelas de magnitude 11 (sexta + 5). Com o telescópio do Monte Palomar (5 metros de diâmetro), veem-se estrelas de magnitude 20: 400 000 vezes mais fracas do que aquelas visíveis a olho nu. Nos astros mais brilhantes, a magnitude fica negativa. Sirius, a estrela mais brilhante, tem magnitude -1,5. O planeta Vênus chega a ter -4,5 e a Lua cheia -12. Desenhos pré-históricos indicam que o brilho de algumas supernovas (estrelas que explodem) rivalizou com o da Lua. Ao avaliar astros extensos, como cometas e galáxias, é melhor usar a magnitude por área (a unidade de área é o segundo quadrado de arco). O cometa Halley ajuda a entender a razão: seu brilho total (3,5) foi igual ao da estrela Intrometida, do Cruzeiro do Sul, mas ficou quase invisível porque sua luz espalhava-se em área extensa. Em Monte Palomar detectam-se galáxias de até 23 magnitudes por segundo de arco. Esse limite acaba de subir para 28, e isso em telescópios menores, de 4 metros. É um recorde promissor, pois a maior parte das galáxias é de anãs. Além desse nível, não se pode avançar muito: teoricamente, em magnitude 32 o fundo do céu pareceria um angu luminoso onde nenhum astro se distinguiria de outro. Atingiríamos o chamado limite da confusão.

Assim, na escala de magnitude absoluta, o Sol é uma estrela modesta, de quinta magnitude (5 M), mas na escala de magnitude aparente, o Sol é soberano. Sua magnitude é a mais negativa, graduada como vigésima sétima (-27 m). Entre as estrelas do céu noturno, a estrela de maior magnitude aparente é Sírius, com -1,44 m, localizada a apenas 8 anos luz de distância do Sol.

Algumas estrelas parecem piscar enquanto as observamos, isto não quer dizer que elas realmente estão “apagando e ascendendo” na verdade é apenas uma ilusão de ótica. O que pisca não são as estrelas, mas sim as imagens que vemos delas. A luz brilhante desses corpos celestes atravessa mais de 100 quilômetros de atmosfera da Terra antes de chegar a nós. Durante este percurso, os raios são balançados pelo ar, dando a impressão de que as estrelas têm sua luminosidade alterada. É como observar o ralo de uma piscina do lado de fora dela. O balanço da água faz com que a imagem do objeto pareça sacudir. A atmosfera age na luz das estrelas da mesma forma. Como esses astros aparentam ser simples pontinhos luminosos, a distorção de suas imagens cria um efeito de pisca-pisca. Já com os planetas

visíveis a olho nu – Mercúrio, Vênus, Marte e Júpiter – isso não ocorre. Como suas imagens no céu são maiores para nós do que as das estrelas, a distorção causada pelo ar não é suficiente para fazê-los piscar.

Desenvolvimento da gravitação universal

As leis fundamentais da gravitação é a primeira das bases para o entendimento dos fenômenos astronômicos, a outra por meio do estudo da termodinâmica. Por meio da gravitação universal temos a explicação de como se dá o movimento do Universo, como as estrelas influenciam o meio a sua volta. Neste capítulo se descrevem as leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal de Isaac;

Leis de Kepler

Que influências mantém a Terra em órbita em torno do Sol? Que movimentos a Lua realiza em relação a Terra? Essas indagações surgiram a milhares de anos e sua resposta foi construída por muitas gerações. Muitos povos antigos atribuíam as divindades a explicação de vários fenômenos relacionados às percepções aparentes dos astros. Depois de milênios saímos de uma percepção da posição geocêntrica para a heliocêntrica no universo. A mudança de uma concepção geocêntrica foi decretada por Johannes Kepler, que concluiu a partir de suas observações que o modelo heliocêntrico de Copérnico baseado no trabalho fantástico de observação de Tycho Brahe era de fato comprovado. Assim Kepler pode fundamentar seu trabalho por meio do livro de Kepler *Harmonicis Mundi*, publicado em de 1619. Sua contribuição é conhecida como as Leis de Kepler, descritas a seguir;

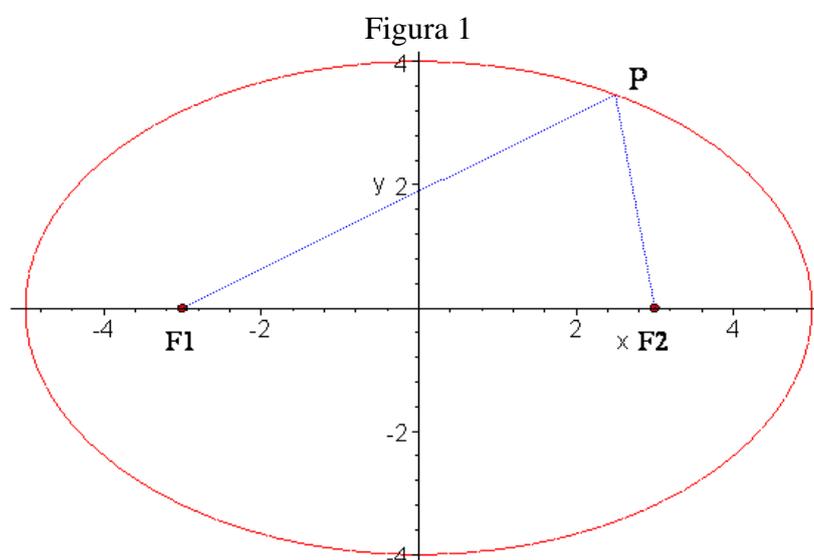
- Primeira Lei (Lei das Órbitas): As órbitas dos planetas em torno do Sol são elipses nas quais ele ocupa um dos focos.
- Segunda Lei (Lei das Áreas): A área descrita pelo raio vetor de um planeta (linha imaginária que liga o planeta ao Sol) é diretamente proporcional ao tempo gasto para descrevê-la.
- Terceira Lei (Lei dos Períodos): O quadrado do período da revolução de um planeta em torno do Sol é diretamente proporcional ao cubo do raio médio de sua elipse orbital.

A Figura 3 mostra uma elipse com origem O e focos F1 e F2. O semieixo maior tem tamanho $2a$ e o semieixo menor $2b$. A distância entre os focos é $2c$. Admitindo-se que o Sol ocupa o foco F1, então tem-se que A é o afélio e A' é o periélio da órbita. Os raios d_1 e d_2 definem o raio orbital médio dado por;

$$R = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (1.1)$$

A excentricidade de qualquer elipse é medida por:

$$e = \frac{c}{a}$$



Fonte: http://www.dmm.im.ufrj.br/projeto/precalculo/geo_3.htm

Tabela1: Excentricidade dos planetas do sistema solar

Planeta	Excentricida
Mercúrio	0,2056
Vênus	0,0068
Terra	0,0167
Marte	0,093
Júpiter	0,048
Saturno	0,056
Urano	0,046
Netuno	0,0097

Fonte: Nussenzveig (2009)

A primeira lei de fato mudou as concepções de as orbitas dos planetas eram circulares e perfeitas. Porém, suas excentricidades são pequenas e que permitia resultados próximos para uma descrição circular.

A segunda lei define a velocidade areolar;

$$V_a = \frac{\Delta a}{\Delta t} \quad (1.2)$$

Onde, ΔA é a variação de área percorrida pelo raio vetor que liga o centro do planeta ao Sol num intervalo de tempo Δt .

Terceira Lei descrita abaixo é melhor compreendida a partir dos dados da tabela próximos usados por Kepler;

$$T^2 = \frac{k}{R^3} \quad (1.3)$$

Onde k é uma constante a ser determinada a partir do período T e do Raio médio R ;

Tabela 2: Relações entre períodos e distâncias dos planetas do Sistema Solar.

Planeta	T (dias terrestres)	R (km)	$\frac{T^2}{R^3}$
Mercúrio	88	$5,8 \times 10^7$	$4,0 \times 10^{-20}$
Vênus	224,7	$1,08 \times 10^8$	
Terra	365,3	$1,5 \times 10^8$	
Marte	687	$2,3 \times 10^8$	
Júpiter	4343,5	$7,8 \times 10^8$	
Saturno	10767,5	$1,44 \times 10^9$	
Urano	30660	$2,9 \times 10^9$	
Netuno	60152	$4,5 \times 10^9$	

Estas três leis, mostradas aqui de modo bastante simplificado, são capazes de descrever o movimento dos planetas do Sistema Solar com grande exatidão. Porém, não são capazes de dizer a causa do movimento, que necessitaria ainda de quase meio século para ser enunciada por Isaac Newton, em 1666. A cinemática do Sistema Solar estava pronta. No entanto, o que causava esses movimentos? Que forças permitiam essa dança? Isto será visto na próxima seção.

Gravitação Newtoniana

Embora as leis de Kepler descrevessem os movimentos planetários com exatidão, havia a necessidade de explicar porque os planetas permaneciam em suas orbitas. Foi somente durante o século XVIII que Isaac Newton, a partir da publicação do livro *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, que se pode explicar a dinâmica do movimento celeste. Por meio de três leis básicas, conhecidas como Leis de Newton, o movimento dos corpos pode ser explicado e justificados.

Newton, descreveu a primeira Lei ou Lei da Inércia, afirmando que todo corpo em repouso tende a permanecer nesse estado com relação a um referencial inercial, a menos que uma força externa mude seu estado de equilíbrio. Neste postulado, o termo força é considerado como algo que pode mudar o estado de movimento de um objeto num referencial inercial.

A Segunda Lei de Newton, que é a lei fundamental da dinâmica, afirma que a força resultante sobre um corpo num referencial inercial é igual a taxa de variação temporal do momento linear sentido por este corpo.

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (1.4)$$

Aqui m é a massa do corpo e v o vetor velocidade medido no referencial dado. Logo;

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} \quad (1.5)$$

Pelo princípio da superposição, segue que;

$$\vec{F}_{1,res} = \sum_{i=2}^n \vec{F}_{1i} = \int d\vec{F} \quad (1.6)$$

Ou seja, a força resultante é o somatório de todas as forças que atuam sobre o corpo. E finalmente, a Terceira Lei de Newton, a Lei da Ação e Reação, estabelece que para toda ação existe uma reação, de igual intensidade e sentido contrário e que para que exista o par ação e reação, são necessários ao menos dois corpos.

Newton percebeu que a Terra exerce uma atração sobre os corpos que estão próximos e estendeu este princípio a Lua e que esta força mantém a Lua em sua órbita ao produzir uma aceleração para o centro da orbita da Lua, chamada de aceleração centrípeta. Esta compreensão permitiu a Newton aplicar suas leis a ao o Sol e aos planetas. Portanto, suas

leis se aplicaram ao a todos os corpos do universo, pois as influências da força gravitacional possuem alcance instantâneo.

As interpretações da Terceira Lei de Kepler e das leis de Newton revelaram a Lei da Gravitação Universal de Newton. Consideremos um planeta numa órbita circular em torno do Sol. Este planeta de massa m , localizado a uma distância r do Sol e movendo-se com velocidade v , sente uma força centrípeta na direção de r dada por:

$$\vec{F} = \frac{G.M.m}{r^2} \hat{r} \quad (1.7)$$

E ainda que o período de translação do planeta em torno do sol é dado por;

$$T = \frac{2\pi r}{v} \quad (1.8)$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad (1.9)$$

Com base na Terceira Lei de Kepler, tem-se a relação entre período de raio (aqui tomado como o raio do círculo e não como raio médio R):

$$T^2 = Kr^3 \quad (1.10)$$

Ou seja,

$$v^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{kr^3} = \frac{4\pi^2}{kr} \text{ e } v^2 \propto \frac{1}{r} \quad (1.11)$$

De acordo com a lei da ação e reação, o planeta exerce uma força igual, porém de sentido contrário ao Sol. A força aplicada pelo planeta sobre o Sol, de massa M é dada por:

$$\vec{F} \propto \frac{M}{r^2} \hat{r} \quad (1.12)$$

Assim, a força gravitacional é proporcional ao inverso do quadrado da distância entre os objetos. Porém a genialidade Newton, permitiu demonstrar a partir de construções teóricas do cálculo que a força gravitacional é dada por;

$$\vec{F} = \frac{G.M.m}{r^2} \hat{r} \quad (1.13)$$

A partir destas observações surgiu a dinâmica gravitacional, completamente coerente com as leis de Kepler. Ou seja, pode-se enxergar dinâmica onde antes só havia cinemática.

De forma semelhante se pode demonstrar a Lei dos Períodos de Kepler. Para isso, considere que ambos os corpos de massa m_1 e m_2 , orbitam o centro de massa comum a esse sistema, de onde cada corpo dista r_1 e r_2 , respectivamente. A força gravitacional será escrita como;

$$\vec{F} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{(r_1 r_2)^2} \hat{r} \quad (1.14)$$

As forças centrípetas sentidas por cada um dos objetos celestes são dadas por;

$$\vec{F}_1 = \frac{m_1 v_1^2}{r_1} \hat{r}$$

$$\vec{F}_2 = \frac{m_2 v_2^2}{r_2} \hat{r} \quad (1.15)$$

Utilizando-se do fato de que $F_1 = F_2 = F$, tem-se;

$$G \frac{(m_1 + m_2)}{(r_1 + r_2)^2} = 4\pi^2 \frac{(r_1 + r_2)^2}{T^2} \quad (1.16)$$

Desta forma, o valor da constante k na Lei dos Períodos torna-se:

$$k = \frac{4\pi^2}{G(m_1 + m_2)} \quad (1.17)$$

Ou seja, k depende do valor das massas dos dois objetos. Considerando-se o caso específico do Sol e da Terra, tem-se que é inteiramente desprezível a massa da Terra. Ou seja, o centro de massa do sistema Sol -Terra está praticamente localizado no centro do Sol.

Assim, segundo Alonso e Finn (2009, p. 394), “O Sol, maior corpo celeste em nosso sistema planetário, coincide, praticamente, com o centro de massa do sistema e move-se muito mais lentamente do que qualquer planeta. Isso, justifica tomá-lo como centro de referência, pois praticamente ele é um referencial inercial. ” No entanto, no sistema Terra-Lua o mesmo não pode ser feito e deve-se sempre utilizar a massa dos dois objetos para o cálculo da constante. A Lei da Gravitação Universal de Newton é extremamente importante e eficaz, pois foi fornecer previsões bastante acuradas sobre a dinâmica do Sistema Solar. Esta lei, juntamente com o princípio do Equilíbrio Hidrostático permite o entendimento de formação das estrelas, planetas e sistemas Solares de modo bastante simples.

CAPÍTULO 2

Sequência didática

Uma sequência didática é composta por várias atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos executam com a mediação do professor. As atividades que fazem parte da sequência são ordenadas de maneira a aprofundar o tema que está sendo estudado e são variadas em termos de estratégia: leituras, aula dialogada, simulações computacionais, experimentos, etc. Assim o tema será tratado durante um conjunto de aulas de modo que o aluno se aprofunde e se aproprie dos temas desenvolvidos

Segundo Zabala (1998) sequências didáticas são:

Um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (...)
(ZABALA,1998 P.18)

A sequência considera a importância das intenções educacionais na definição dos conteúdos de aprendizagem e o papel das atividades que são propostas. Alguns critérios para análise das sequências reportam que os conteúdos de aprendizagem agem explicitando as intenções educativas, podendo abranger as dimensões: conceituais; procedimentais; conceituais e procedimentais; ou conceituais, procedimentais e atitudinais.

CAPÍTULO 3

Atividades propostas da sequência didática

Atividade 1: Aplicação de um pré-teste

- 1) O que você responderia caso alguém lhe perguntasse o que é Astronomia?

- 2) Há muitos relatos sobre a vida do homem antigo. Mas será que ele já tinha conhecimentos sobre Astronomia? Justifique.

- 3) A Astronomia está presente no nosso dia-a-dia? Em caso positivo, explique como ou onde ela está presente.

- 4) Você acredita que a Terra se move no espaço? Em caso positivo, explique como ela se move.

- 5) Com certeza você já viu as estrelas a noite. Mas só podemos ver estrelas durante a noite? Justifique.

- 6) Há diferenças entre estrelas, planetas e satélites. Em caso afirmativo, quais? Como é definido o caminho aparente do Sol na esfera celeste? O que são equinócios e o que eles representam?

- 7) Nosso sistema solar é descrito por planetas que o orbitam. Qual é a ordem dos planetas do Sistema Solar de acordo com sua distância ao Sol?

- 8) Quais são as estações do ano? Por que elas ocorrem? Porque ocorre mudança de estações ao longo do ano? (Para responder, você poderá fazer um desenho, esquema ou texto).

- 9) Explique a ocorrência de sucessão do Dia e da Noite (Para responder, você poderá fazer um desenho, esquema ou texto).

- 10) Por que a aparência da Lua muda constantemente? Quais os movimentos que ela realiza em relação a Terra e ao sol? Como ocorre os eclipses?

Atividade 2 Oficina construção de lunetas

Os alunos devem ser reunidos em grupos de cinco para a confecção da luneta de baixo custo.

A construção da luneta é descrita por Canalle (1994) é de simples construção, usamos materiais acessíveis no comércio, é resistente ao manuseio e permite ver, em condições adequadas, as crateras lunares.

Os materiais são de baixo custo e fáceis de encontrar no mercado;

A distância focal (f) da lente é dada, em metros, pela seguinte equação:

$$f = 1/(\text{grau da lente}).$$

É proposto uma lente de dois graus, ou seja, lente com 0,5 m de distância focal. O diâmetro original da lente encontrada é 70mm, mas deve se pedido ao laboratório para reduzir o diâmetro para 50 mm. A lente para luneta deve ser incolor e de grau positivo que é a ocular.

A segunda lente da luneta é chamada de ocular, atrás da qual se forma a imagem. Use a lente contida nos monóculos de fotografias, é adquirida no comércio principalmente pela internet, por meio do mercado livre. Fixe a lente ocular do monóculo em um recipiente de frasco gota-gota, seccione a tampa do frasco gota-gota e adapte a lente ocular e em seguida rosqueie a tampa seccionada junto com a lente para posterior fixação em um tubo de pvc de 40 mm. Os ajustes mínimos devem ser feitos com a fixação de fita isolante.

Com a lente de óculos no lugar da lente objetiva e a lente do monóculo no lugar da lente ocular, fixe as extremidades dos tubos de 40mm por dentro do tubo de 50mm de forma que as extremidades de dois tubos que corram um dentro do outro.

A montagem da lunetaQuadro 1: material de construção da luneta

LETRA	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
A	1	luva simples branca de esgoto de 2 (= 50 mm)
B	1	lente incolor de óculos de 2 graus positivos
C	1	disco de cartolina preta (ou papel camurça preto) de 50 mm de diâmetro, com furo interno de 20 mm de diâmetro
DE	1	Tubo branco de esgoto com diâmetro de 2 (= 50 mm) e com 30 cm de comprimento
FG	1	tubo branco de esgoto com diâmetro de 1 1/2 (= 40 mm) e com 30 cm de comprimento
H	1	tubo branco de esgoto de com diâmetro 1 1/2 (= 40 mm) e com 10 cm de comprimento
G	1	monóculos de fotografia (ou visor de fotografia)
	1	lata de tinta spray preto fosco ou cartolina preta
I	1	rolo de fita isolante de aproximadamente 10 mm de largura por 3,0 de comprimento
J	1	Recipiente conta-gotas

Fonte: autor

As paredes internas dos tubos DE, FG e H devem ser pintadas com tinta spray preto fosco.

- **Sequência de montagem**

Coloque o tubo FG dentro do tubo E. Coloque estes tubos na vertical com a extremidade D para cima. Sobre esta extremidade (D) coloque o disco de cartolina preta (C). A finalidade deste disco é diminuir a aberração cromática; este é o nome dado à dispersão da luz branca (separação de todas as cores) após passar pela lente. Sem este disco (C) nem a Lua é visível. Continuando a seqüência de montagem: sobre o disco C coloque a lente (devidamente limpa) com o lado convexo (veja letra B na Fig. 1) para cima e, então, encaixe a luva A, conforme indicado na Fig. 1. É importante que o corte da extremidade D do tubo tenha sido feito perpendicularmente ao eixo do tubo DE.

Como a imagem se forma a uns 4 ou 5 cm atrás da lente ocular, a qual ficava exatamente como mostra a Fig. 1 no trabalho de Canalle (1994), isto trazia um certo desconforto ao observador, pois a tendência natural das pessoas é encostar o olho na ocular. Na montagem descrita no presente trabalho, há um espaço de aproximadamente 4 cm entre a lente da ocular e a extremidade esquerda do tubo H (Fig. 2), de modo que o observador poderá encostar o olho (ou sobrancelha) na extremidade esquerda deste tubo, pois lá estará se formando a imagem. Veja a foto 2 do anexo.

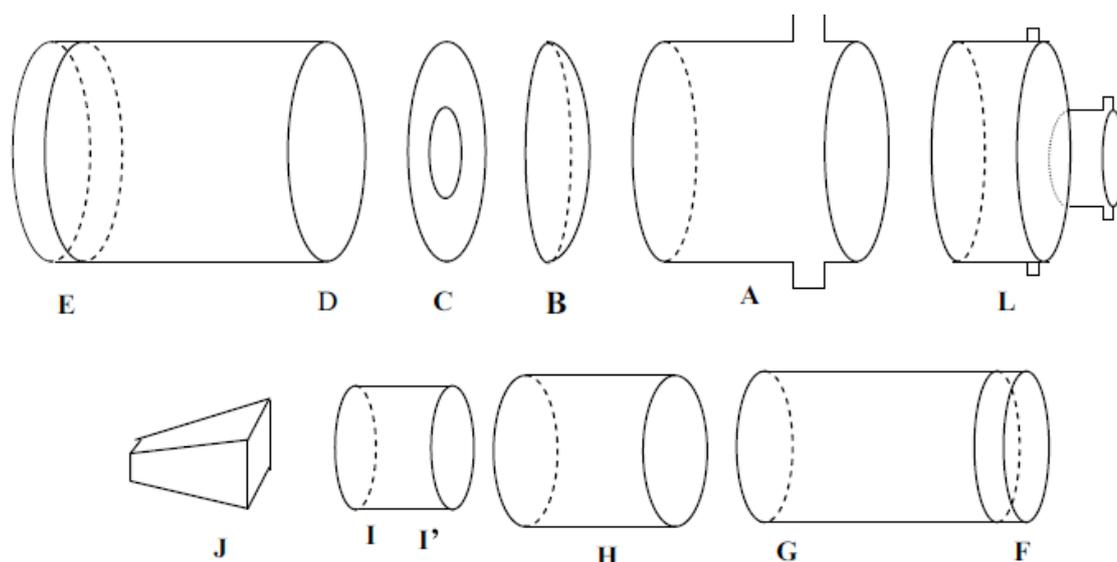
A imagem é invertida, afinal esta é uma luneta astronômica e em astronomia, cabeça para baixo ou para cima é só uma questão de referencial.

A aproximação (ou aumento) que está luneta proporciona é igual à razão entre a distância focal da objetiva pela distância focal da ocular, portanto: $50 \text{ cm} / 4 \text{ cm} = 12,5$. Para duplicar este aumento e só encaixar mais um monóculo dentro daquele que está preso na bucha marrom.

Como você rapidamente percebe ao usar a luneta, seu braço fica cansado ao segurá-la e a imagem treme muito. Apoiar o braço em algo facilita a observação, mas o ideal é ter

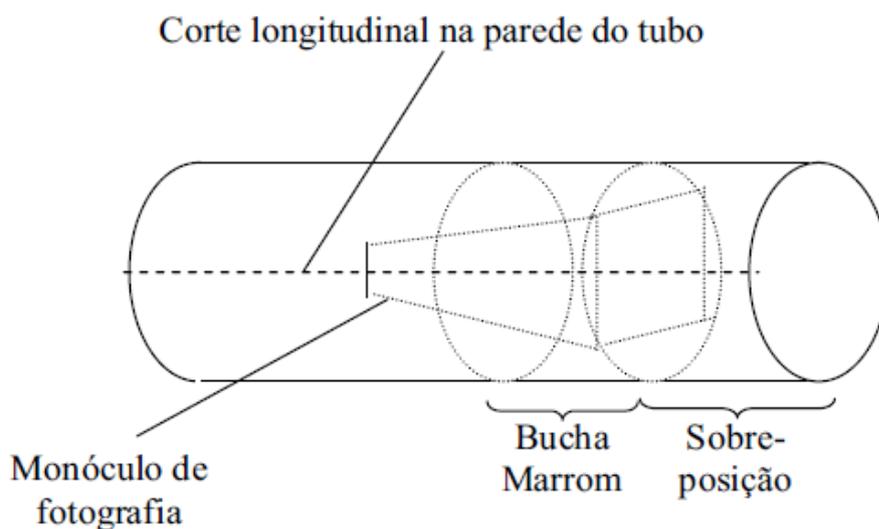
um tripé. A solução é extremamente simples, usa-se basicamente uma garrafa PET de 2,5 litros e dois suportes de fixação de trilhos de cortinas, conforme descrevemos na seção seguinte.

Figura 1 – Esquema de montagem da luneta



Fonte: Canalle (2014)

Figura 2 – Esquema de montagem da luneta



Fonte: Canalle (2014)

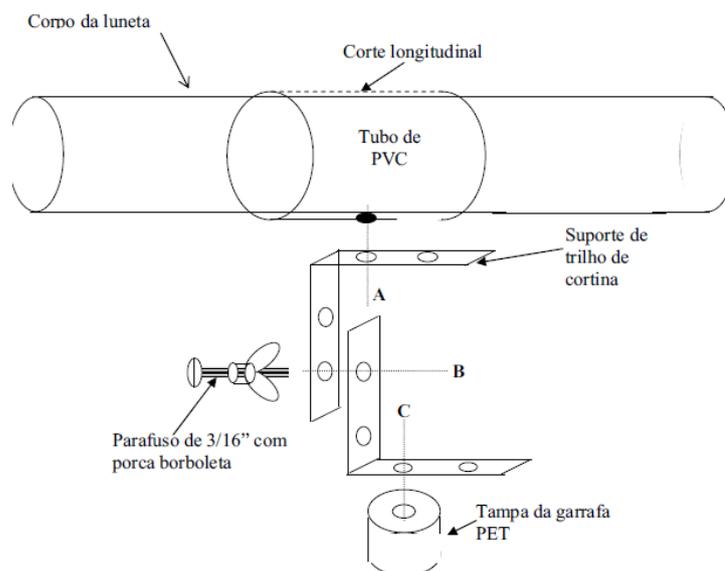
- **Montagem do tripé**

O corpo da luneta será apoiado num tubo com as mesmas características do tubo externo dela, mas com 10 cm de comprimento, com um corte ao longo de sua lateral e um furo na região central dele e oposto ao local do corte longitudinal, conforme mostra a parte superior da Fig. 3.

Este tubo que serve de suporte da luneta deve ficar perpendicular ao suporte de trilho de cortina (Fig. 3). Um parafuso de 3/16 x 1/2 com porca borboleta prende o suporte da luneta ao suporte de trilho de cortina (linha tracejada A) (Fig. 3).

O suporte de trilho de cortina sob o tubo de PVC é conectado a outro iguala ele, por outro parafuso igual ao acima descrito (este pode ter 1 de comprimento), e pode-se fixar duas porcas borboletas em sentidos opostos sendo uma de cada lado do suporte do trilho de cortina (linha tracejada B) para facilitar o apertar e afrouxar deste parafuso, pois o movimento vertical da luneta será obtido através da inclinação do suporte do trilho de cortina que está debaixo do tubo de PVC. O suporte do trilho de cortina inferior, por sua vez, será fixado numa simples tampinha de garrafa PET (Fig. 3) por outro parafuso, igual ao acima descrito, com porca borboleta ao longo da linha tracejada C. A tampinha, por sua vez, deve ficar numa garrafa de refrigerante, de preferência de 2,5 litros, e completamente cheia de água (ou de areia), que não está desenhada na Fig. 3. O movimento horizontal da luneta é obtido girando-se lentamente a tampinha sobre a própria garrafa de refrigerante. A foto 3 do anexo mostra esta peça já montada e a foto 4 mostra a luneta montada e apoiada sobre seu tripé.

Figura 3– Esquema de montagem da luneta



Fonte: Canalle (2014)

Atividade 3: Observação do céu noturno

Objetivo: Permitir aos alunos utilizar a luneta durante o céu noturno e observar as irregularidades da superfície da Lua e compreender a importância da experiência de Galileu Galilei

Para auxiliar os alunos com o uso da luneta confeccionada por eles durante a oficina, foi desenvolvido uma quarta atividade com cinco grupos, com cinco alunos cada para que possam usar a luneta na observação do céu noturno. Os mesmos podem usar um texto conforme se encontra abaixo e descrito como atividade 3;

Como Galileu desenvolveu a ciência moderna

Ele decifrou as luas de Júpiter. As fases de Vênus. O movimento dos pêndulos. Morreu perseguido – e a história provou que ele estava certo.

(Este é um texto das antigas: foi publicado na SUPER em 30 de abril de 1989, e tem um comentário do engenheiro Milton Vargas, que lecionou na Escola Politécnica da USP e morreu em 2011. Divirta-se com o flashback).

Por ter afirmado que a Terra se move em torno do Sol, Galileu Galilei, um dos gênios da grande revolução científica do século XVII, foi preso e, sob ameaça de tortura, obrigado a uma retratação humilhante. Seu julgamento pelos tribunais da Inquisição é um dos grandes marcos negativos da história do pensamento. Diante da Inquisição, Galileu representa a eterna luta entre a rebeldia e o conformismo intelectual, entre a liberdade de pensamento e a censura. É também a demonstração de que uma verdade pode ser sufocada de modo brutal – e mesmo assim, emergir intacta depois.

No entanto, a importância de Galileu vai muito além do seu histórico confronto com a Inquisição. Em torno de sua figura criaram-se lendas e equívocos. Muitos o admiram por coisas que não fez. Ele não inventou sozinho o telescópio, nem o termômetro, nem o relógio de pêndulo – embora sua participação tenha sido essencial nos três casos. Também nunca atirou pesos do alto da torre de Pisa, para demonstrar que corpos de massas diferentes caem com a mesma velocidade. Chegou a essa conclusão realizando experimentos um pouco mais tediosos (como rolar bolas de ferro em um plano inclinado).

Seu maior legado, porém, não foi uma descoberta científica específica, e sim um jeito de pensar. Galileu insistiu que a linguagem adequada para a filosofia natural (o nome que se dava, na época, às ciências exatas e biológicas) era a matemática, e não a palavra. Que qualquer afirmação sobre a natureza deveria partir da observação da própria natureza. Que é preciso acumular dados e fazer experimentos. Em resumo: sem Galileu, não haveria o método científico.

Origens

Galileu Galilei nasceu na cidade de Pisa em 1564, mesmo ano da morte do pintor e escultor Michelangelo e do nascimento do dramaturgo inglês William Shakespeare. Exatos 31 anos antes, o matemático e astrônomo polonês Nicolau Copérnico publicou sua obra maior – Das revoluções dos corpos celestes –, defendendo a teoria de que a Terra se move em torno do Sol, e não o contrário.

Essa teoria seria defendida e desenvolvida por Galileu e seu contemporâneo Johannes Kepler, que primeiro descreveu a trajetória elíptica dos planetas. A síntese final desses trabalhos foi a Teoria da Gravitação Universal, formulada pelo físico e matemático inglês Isaac Newton que, por coincidência, nasceu em 1642, o mesmo ano em que Galileu morreu.

Filho de Vincenzo Galilei, músico, o futuro cientista começou seus estudos superiores na Escola de Medicina de Pisa, em 1581. Quatro anos depois, foi obrigado a abandonar o curso – embora houvesse quarenta bolsas disponíveis, ele não conseguiu nenhuma. Mas sua verdadeira vocação não era ser médico, e sim físico (não que existisse o conceito de físico na época, é claro). Aos 17 anos, assistindo a uma cerimônia na catedral de Pisa, observou um lustre que oscilava no teto. Controlando o tempo pelos seus próprios batimentos cardíacos, verificou que o intervalo entre cada oscilação era sempre o mesmo – não importava se o lustre oscilava 10 centímetros ou 10 metros.

Ele simulou o movimento pendular do lustre em um experimento controlado, e sugeriu que essa característica do pêndulo poderia tornar os relógios mais precisos. A idéia foi logo aproveitada por outros inventores e, apenas três décadas após a morte de Galileu, o erro médio dos melhores relógios havia caído de 15 minutos por dia para apenas 10 segundos.

Ao abandonar a Faculdade de Medicina, Galileu foi lecionar em Florença. Durante os quatro anos em que trabalhou ali, publicou um trabalho em que descrevia a balança hidrostática – essa, sim, uma invenção sua – utilizada para medir o peso específico dos sólidos ou a densidade dos líquidos. Graças a esse trabalho, tornou-se, aos 25 anos, professor de Matemática, e foi lecionar na Universidade de Pisa, que quatro anos antes lhe recusara uma bolsa como estudante.

Carreira

Foi em Pádua, onde viveu dezoito anos – de 1592 a 1610 –, lecionando Matemática, que Galileu desenvolveu a parte mais consistente de suas pesquisas, sobretudo as relativas à resistência dos materiais, que lhe foram sugeridas pela observação dos trabalhos nos estaleiros navais do Arsenal de Veneza, que visitou várias vezes. O problema era descobrir por que estruturas geometricamente semelhantes, de máquinas ou edifícios, tendo desempenho satisfatório quando construídas em determinada escala, fracassam ao serem construídas em escala maior. Galileu encontrou a explicação e estabeleceu sistemas de cálculo que permitiram obter o dimensionamento seguro das estruturas.

Já então estava, também, convencido do acerto das teorias de Copérnico sobre a movimentação dos astros, mas em suas aulas continuava a ensinar que a Terra era o centro do Universo e em torno dela giravam planetas e estrelas. Não tinha medo da Inquisição,

ainda, pois nessa época a própria Igreja não dava importância ao assunto. Conforme confessou numa carta escrita a Kepler, datada de 1597, temia o ridículo. E tinha razão. A imobilidade da Terra não era apenas uma teoria defendida pela tradição da escola de Aristóteles, mas sobretudo parecia perfeitamente de acordo com o senso comum.

Qualquer pessoa pode observar, diariamente, que o Sol, a Lua e as estrelas se movimentam; no entanto, nada havia, na época, que pudesse mostrar o movimento da Terra, sugerido teoricamente apenas em complicados cálculos matemáticos. Assim, era fácil imaginar: se a Terra estivesse em movimento, as pessoas sobre ela perderiam o equilíbrio e as nuvens e a Lua ficariam irremediavelmente para trás.

O debate teria permanecido nesse nível, se não ocorresse a invenção do telescópio, não se sabe ao certo por quem nem onde. Os primeiros telescópios surgiram na Holanda, por volta de 1600 e logo se espalharam por toda a Europa. Galileu construiu seu próprio telescópio sem nunca ter visto um. Bastou-lhe a descrição do instrumento que aparecera em Veneza. O primeiro aumentava nove vezes; o segundo, trinta vezes, e era superior a qualquer outro já fabricado.

O grande mérito de Galileu foi apontar seu telescópio para o céu. Descobriu, assim, tantas coisas novas que em poucos meses escreveu e publicou o *Sidereus Nuncius* (em português, “O mensageiro das estrelas”), um opúsculo de apenas 24 páginas extraordinariamente rico em revelações. A Lua, relatou ele, não tem uma superfície lisa, mas está cheia de irregularidades, como a Terra. Voltando-se para as estrelas, que então se supunha fixas, surpreendeu-se ao descobrir miríades de outras jamais vistas, “que em número superam mais de dez vezes as anteriormente conhecidas”. Percebeu que a Via Láctea não era constituída, como pretendia Aristóteles, por “exalações celestiais”, mas era um aglomerado de estrelas. E descobriu quatro planetas – hoje dizemos satélites – girando em torno de Júpiter.

Não havia, ainda, nenhuma prova conclusiva do acerto do sistema heliocêntrico proposto por Copérnico. Mas já ficava difícil admitir que a Terra era o centro do Universo, se havia corpos girando em torno de Júpiter. E como continuar acreditando no dogma de que as estrelas haviam sido criadas apenas para deleite dos homens, se a maior parte delas era invisível a olho nu? As resistências ao uso do telescópio, sobretudo na Astronomia, foram tão grandes que o próprio Galileu considerou necessário conferir com rigor a exatidão dos seus instrumentos.

Focalizava a distância os mais variados objetos e em seguida ia observá-los de perto, para ver se a olho nu se confirmavam as imagens observadas de longe pelo instrumento. Ainda assim, as duas primeiras demonstrações públicas não foram um sucesso. Em 24 de abril de 1610, em Bolonha, pretendeu mostrar os satélites de Júpiter a um grupo de convidados ilustres. Ninguém saiu convencido de nada. Não que fossem todos mal-intencionados – apenas, embora o telescópio de Galileu fosse o melhor já construído, era ainda muito precário. Seu campo visual era tão pequeno que o milagre não seria conseguir enxergar os satélites, mas localizar no céu o próprio planeta Júpiter.

Logo, no entanto, Galileu recebeu o apoio entusiasmado de Kepler, então no auge do prestígio como matemático imperial na corte de Praga. Em seguida, converteram-se algumas das mais destacadas figuras da ordem dos jesuítas, que chegaram a homenageá-lo em Roma, onde o próprio papa Paulo V o recebeu numa audiência amistosa. Para coroar tudo, foi convidado a morar em Florença, como “primeiro matemático e filósofo dos Medicis”. Tudo isso aconteceu em 1610, quando ele tinha 46 anos. Como se explica que 23 anos mais tarde estivesse em desgraça submetido aos juízes da Inquisição?

Perseguição

Dois motivos contribuíram para isso. Primeiro, a mudança política da Igreja Católica, causada pela pregação protestante que, tomando ao pé da letra as palavras da Bíblia, multiplicava seus adeptos por toda a Europa. Roma decidiu fortalecer sua própria ortodoxia e começou a vigiar teorias suspeitas, como as defendidas por Galileu. Mas seu pior inimigo foi seu próprio temperamento. Ou melhor, uma das facetas de seu temperamento contraditório. Conforme a hora e as circunstâncias, Galileu sabia mostrar-se alegre e comunicativo, amigo das boas coisas da vida.

Mas a personalidade de Galileu tinha um lado sombrio: quando entrava em polêmicas científicas, era sarcástico, brutal, de um orgulho desmedido. Gastou muita energia atacando supostos rivais. Em 1616, finalmente, deu-se seu primeiro confronto com a Igreja. Representava o Vaticano o cardeal Roberto Belarmino, autor do catecismo em sua forma moderna, e que seria beatificado em 1923 e santificado em 1930. Ele, pessoalmente, parecia inclinar-se pela teoria do heliocentrismo, mas estava em minoria entre os teólogos da Inquisição. Ainda assim, concedeu a Galileu autorização para continuar a estudá-la, como hipótese matemática, mas não para defendê-la publicamente.

Galileu afastou-se da polêmica durante sete anos. Voltou com força redobrada em 1623, quando seu grande amigo, o cardeal Maffeo Barberini, foi eleito papa com o nome de Urbano VIII. Já com a saúde abalada, foi recebido pelo pontífice em seis longas audiências. Foram-lhe conferidas honras e favores, e permissão para descrever abertamente as teses de Copérnico, desde que descrevesse simultaneamente e de forma imparcial as teorias tradicionais. Deveria concluir afirmando a impossibilidade de decidir qual era a mais correta, visto que Deus, sendo onipotente, poderia atingir os fins observados pelo homem da maneira que melhor entendesse.

Oito anos mais tarde, em 1632, Galileu publicou os Diálogos sobre os dois maiores sistemas do mundo – Ptolomeu e Copérnico, heliocentrismo e geocentrismo. À primeira vista, seguia a orientação papal, tanto que o livro foi autorizado. A obra reproduz uma conversa entre três personagens: Salviati que defende as teses de Copérnico; Sagredo, um observador neutro; e Simplicius, defensor de Aristóteles e Ptolomeu.

O problema foi a caracterização: Salviati é sempre brilhante, Sagredo logo abandona a imparcialidade e passa a apoiá-lo com entusiasmo, e Simplicius é pouco mais que um idiota, ridicularizado do princípio ao fim.

Publicada a obra, Urbano VIII percebeu que fora enganado e pôs a máquina da Inquisição em marcha. A acusação principal contra Galileu era desobediência às ordens recebidas do cardeal Belarmino para não defender as ideias de Copérnico. No primeiro interrogatório, abril de 1633, o réu alegou que tudo não passara de um mal-entendido:

“Nem mantive nem defendi no meu livro a opinião de a Terra se mover e o Sol permanecer estacionário demonstrando antes o oposto, e mostrando serem fracos e não conclusivos os argumentos de Copérnico”. Ninguém poderia acreditar nisso, pois no livro incriminado o autor chamava os adversários de Copérnico de “anões mentais”, idiotas” e “indignos do nome de seres humanos”.

Aconselhado por um cardeal amigo, o sábio mudou de tática no segundo interrogatório. Admitiu que um leitor desprevenido, diante de alguns trechos dos livros, poderia imaginar tratar-se de uma defesa de Copérnico, mas garantia não ter sido essa sua intenção. E se propunha escrever uma continuação do diálogo, em que deixaria claro seu modo de pensar.

No terceiro interrogatório, sob ameaça de tortura que afinal não se concretizou, os inquisidores tentaram fazê-lo confessar que acreditava mesmo no que dizia Copérnico – o que, aliás, estava evidente no livro.

Galileu não confessou e recebeu a sentença: os Diálogos foram proibidos, o autor obrigado a abjurar da opinião copernicana segundo uma fórmula que lhe passaram. De quebra, condenaram-no à prisão domiciliar, enquanto aprouvesse ao Santo Ofício. Não se pode dizer que, materialmente, tenha sido maltratado. Sua prisão era um apartamento de cinco aposentos, com janelas dando para os jardins do Vaticano, criado particular e mordomo para cuidar das refeições e do vinho. Seus últimos anos de vida, na companhia dos discípulos Torricelli e Vincenzo Viviani, foram dos mais produtivos.

Em 1636 terminou Diálogos relativos a duas novas ciências, obra na qual retoma, de forma ordenada, observações sobre dinâmica que fora acumulando durante toda a vida. Lança, igualmente, as bases do estudo racional da resistência dos materiais. A igreja demorou alguns séculos, mas acabou reconhecendo o erro cometido. Em 1983, frente a uma platéia de mais de trinta ganhadores do Prêmio Nobel, o papa João Paulo II admitiu: “A experiência da Igreja durante o caso Galileu e depois dele levou a uma atitude mais madura e a uma compreensão mais acurada de sua própria autoridade”.

O método científico de Galileu

Por Milton Vargas (1914 – 2011)

É no próprio centro do movimento renascentista, em que pintores e arquitetos confiam no que seus próprios olhos percebem, que Galileu Galilei propõe seu método experimental. Pois é nos Discursos sobre duas novas ciências, escritos nos anos de reclusão, após ter sido condenado pela Inquisição, que surge mais nitidamente o método galileano, sob o qual se constrói a ciência moderna.

É o seguinte: premido pela necessidade de resolver um problema, quando ainda não tenho condições de chegar a uma solução analítica, baseio-me numa conjectura. Isto é, em algo ainda não necessariamente verdadeiro. Algo ideal, pois não necessariamente induzido de observação empírica e também não necessariamente evidente por si mesmo. Mas algo plausível, diante de tudo o que já se conhece, na época, sobre o fenômeno.

Por exemplo: é plausível, mas não evidente, que na ausência de resistências de atrito ou do ar, os corpos caem com velocidade uniformemente crescente com o tempo, independentemente de seu peso, tamanho e forma. A partir dessa conjectura deduzo – preferencialmente com o emprego da Matemática – conclusões particulares. Por exemplo: posso demonstrar matematicamente que, se os corpos caírem com velocidade uniformemente acelerada, sem sofrer resistência, os espaços percorridos em intervalos iguais de tempo estarão entre si como os números ímpares: 1, 3, 5, 7... Isto é, no primeiro segundo caem de uma certa altura h ; no segundo, $3h$; no terceiro, $5h$ etc.

Para verificar essa conclusão, faço uma experiência. Mas não é uma qualquer; não é uma observação ocasional do fenômeno. É um experimento organizado e interpretado de acordo com a conjectura. Por exemplo: armo um plano inclinado e sobre ele deixo rolar uma bola, em vez de deixá-la cair livremente. Com isso elimino a resistência do ar. Por outro lado, a canaleta do plano inclinado é bem polida e a bola é dura e lisa para eliminar o atrito. Divido as alturas do plano inclinado segundo os números primos: 1,3,5,... Deixo rolar a bola e, se os tempos para percorrer essas alturas são iguais, então a conjectura será verdadeira.

No experimento de Galileu, repetido várias vezes, assim se deu. Portanto, a conjectura é verdadeira: os corpos caem com velocidade uniformemente acelerada. É esse o método galileano: o da verificação experimental de uma conjectura – a qual pode ser, inclusive, contrária a toda evidência e não precisa ser necessariamente induzida de fenômenos observados. Torna-se verdadeira se o experimento com ela concordar. O método foi tão revolucionário que transformou a ciência em algo radicalmente novo. Antes dele, era evidente que a Terra estava parada e que ocupava um lugar privilegiado no Cosmo. Tudo que ele tentou demonstrar contrariava a evidência. Deveria, portanto, ser falso. No entanto, ele tinha razão. Era uma razão nova que se instituíra no mundo fazendo surgir uma nova verdade e, com essa, o mundo moderno.

O engenheiro Milton Vargas foi professor da Escola Politécnica da USP.

Disponível em: <<https://super.abril.com.br/historia/o-novo-mundo-de-galileu/>> Acesso em: 27 nov. 2018.

A partir do texto descreva a importância das observações astronômicas de Galileu para nossa sociedade. Com o uso da luneta confeccionadas por vocês, explique; durante o dia, o que vemos no céu? E durante a noite? Descreva o que você observou no céu durante

o período da noite? Foi possível identificar alguma estrela, planeta ou outro corpo celeste? Você já tinha tido uma experiência de observação do céu noturno? O que mais chamou sua atenção durante suas observações?

Atividade 4: Observando as estrelas e planetas

Objetivo: Utilizar um aplicativo de celular para observar o céu noturno.

Será utilizado o aplicativo sky map conforme a figura 8, disponível em http://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.stardroid&hl-pt_BR. O aplicativo Skay Map, oferece simulações do céu noturno, interativas, grátis baseadas em pesquisas. O aplicativo é baixado no celular de configuração ANDROID e instalado no Play Store. O aplicativo permite a partir do GPS observar o céu noturno oferecendo ao estudante uma melhor interação com a nomenclatura dos planetas, estrelas e constelações. O estudante deverá apontar o celular para o céu noturno e comparar as estrelas vistas a olho nu com as imagens obtidas no celular, onde será possível descrever o nome dos astros observados. Após a observação com o uso do aplicativo, os alunos socializaram suas observações por meio de um questionário escrito conforme abaixo;

Questionário: Observando as estrelas e planetas por meio do Sky Map

1) Na sua escola você já participou de uma aula de astronomia?

() sim () não

2) você conhece algum software ou aplicativo de astronomia?

() sim () não Se sim, qual? _____

3) O professor utilizou algum programa de astronomia na aula?

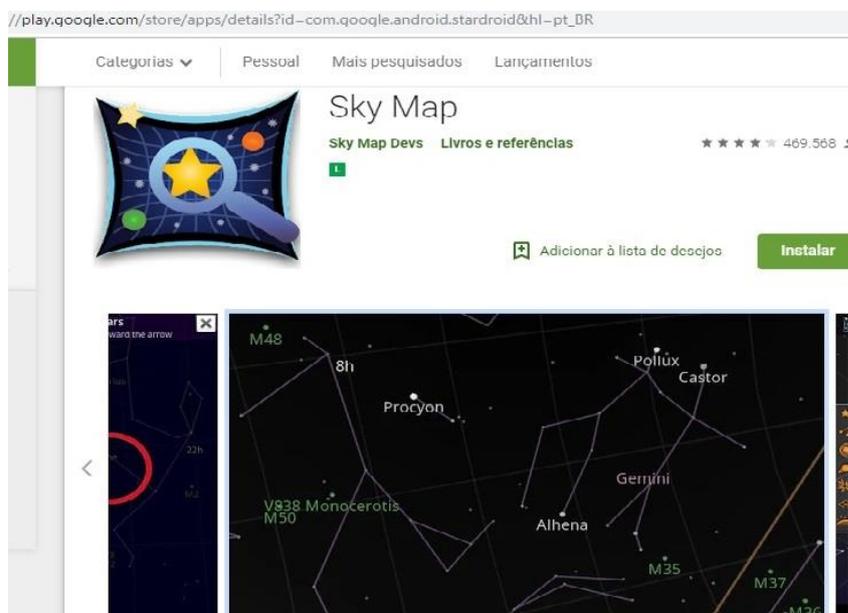
() sim () não

4) Você se lembra do nome do programa? () sim () não

Se sim, qual? _____

Peça aos alunos que instalem o aplicativo sky Map baixado no Play Store, o aplicativo é gratuito. Observe o Sky Map no celular smartphone conforme a descrição da figura 4;

Figura 4– Aplicativo Sky Map



Fonte: Disponível

em: <http://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.stardroid&hl-pt_BR>.
Acesso em: 16 out.2008.

. Utilizando o sistema de geolocalização, o aplicativo mostra onde você está e a localização dos astros ao seu redor. Com um mapa bem construído e uma visualização simples, é possível encontrar todas as estrelas, constelações e planetas que quiser.

Ao iniciar o aplicativo, ele vai encontrar sua localização através do GPS. A imagem mostra estrelas, constelações e planetas, e você pode escolher o que deseja visualizar nas configurações. Se você deseja localizar um planeta ou um astro, digite o nome na busca. Uma seta no centro da tela indica para onde você deve mover o aparelho. Quando encontrar o que procura, o aplicativo mostra o resultado dentro de um círculo.

6) O que você achou ao utilizar o programa Sky Maps a partir de nossa aula de astronomia?

ótima boa regular ruim péssima

7) Você gostaria de ter mais aulas desse tipo, com o uso de tecnologia sobre astronomia?

sim não

8) Em que grau o uso do programa contribuiu para ampliar o seu conhecimento sobre astronomia?

não contribuiu contribuiu pouco contribuiu bastante

9) Com o uso do software o conteúdo ficou mais fácil de se aprender?

sim não

Atividade 5: Música Astronomia

Objetivos: Aproximar os alunos dos conceitos da astronomia a partir da música e da interpretação textual.

A letra da música abaixo, deve ser distribuída aos alunos impressa. A música deve ser tocada em sala ao ser baixada na referência abaixo. Após ouvida a música, os alunos devem interpretar de forma escrita a música e relacionar os conceitos referente a astronomia presentes no texto. O texto da música segue a baixo;

Astronomia

Danielson

ASTRONOMIA

(Letra e Música: Danielson)

(Assobio)

1) Luz da lua belo luar

Apagado Reflexo do sol

Astro escuro iluminado

Pelo brilho da estrela maior

Luz dos olhos belo olhar

Cintilantes Reflexos do sol

Olhos claros num claro sorriso

Iluminados pelo brilho de um sorriso maior

REF.: LUA CHEIA OU NOITE SEM LUA

ESTRELAS QUE A GENTE VÊ

MAS SE EXTINGUIRAM HÁ MILHÕES DE ANOS (COMO EU)

E AGORA BRILHAM (BRILHO) SÓ PRÁ VOCÊ

SÓ PRÁ VOCÊ

U-HU-UH

BRILHAM (BRILHO) SÓ PRÁ VOCÊ

2) Naquela praça numa bela manhã

Pensei que o meu tempo fosse curto demais

Adiantando a hora fiz tudo atrasar

Ressoando em minha mente um "Agora ou jamais!"

3) Luz da lua belo luar

Presente em incontáveis canções

Nessa tímida harmonia me liberte de mim
Antes que o brilho das estrelas chegue ao fim.

Fonte: <<https://www.ouvirmusica.com.br/danielson/1221815/>>. Acesso em: 06 maio de 2018.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. R. **Temas estruturadores no ensino de física: potencializando a aprendizagem em termodinâmica no ensino médio através de unidades didáticas.** 2012.151 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande. UFRG, 2012.

ALONSO, M.; FINN, E. J. **FÍSICA um curso universitário.** 14 ed. São Paulo, 2009. Cap. 13, p. 393 - 426.

BRASIL, **Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. PCN+: Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais.** Brasília. MEC/SEB, 2002.

BOCZCO, R. **Conceitos de Astronomia.** São Paulo: Ed. Edgard Blucher LTDA, 1984.

CANALLE, J. B. G. EXPLICANDO ASTRONOMIA BÁSICA COM UMA BOLA DE ISOPOR. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3: p. 317-334, dez. 1999.

CANALLE, J.B.G. A luneta com lente de óculos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, V. 11, n. 3, p. 212 – 220, dez. 1994.

DAMINELI A; STEINER, J. **O Fascínio do universo.** São Paulo: Ed. Odysseus, 2010.

FEYNMAN, R. P; LEIGHTON, R. B; SANDS, M; **The Feynman Lectures on Physics.** Volume 1. 2ª ed. Bookman. São Paulo, 2009.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. **Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores.** In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VIII. Anais. Campinas, 2011.

J. MATUI, **Construtivismo: Teoria Construtivista Sócio Histórica Aplicada ao Ensino** (Ed. Moderna, São Paulo, 1995).

<<http://www.paulobretones.com.br/publica.html>>. Acesso em: 05 de mai. 2017.

<<http://www.inep.gov.br/enem/>>. Acesso em: 06maio de 2017.

<<http://g1.globo.com/educacao/enem/2015/noticia/2016/01/enem-2015-nota-media-cai-em-tres-das-quatro-areas-do-conhecimento.html>> Acesso em dezessete de novembro de 2016.

HORVATH, J. E. Uma proposta para o ensino da astronomia e astrofísica estelares no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 1-8, jan/dez. 2013.

MOACYR, **Primitivo. A Instrução e o Império**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, P. 589, 1936.

MORAES, Abrahão de. A Astronomia no Brasil. In: Azevedo, Fernando de (Org.). **As ciências no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1994. p. 99-189.

MOZENA, E. R. **Investigando enunciados sobre a interdisciplinaridade no contexto das mudanças curriculares para o ensino médio no Brasil e no Rio Grande do Sul**. 2014. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. Volume 1. 4ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.

MILONE A. C. Introdução astronomia e astrofísica. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. INPE-7177-PUD/38. 2003.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

RODRIGUES, M.L.V; FIGUEIREDO, J.F.C. **Aprendizado centrado em problemas. Medicina** (Ribeirão Preto). 1996.

SANTOS, P. M. **O Instituto Astronômico e Geofísico da USP e seu departamento de Astronomia. Uma breve retrospectiva histórica.** *Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira*, v. 7, n. 2, p. 3-9, 1984.

SANTOS, A. J. J; VOELZKE, M. R.; ARAÚJO, M. S. T. **O projeto Eratóstenes: A reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da astronomia no ensino médio.** *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 29, n. 3: p. 1137-1174, dez. 2012.

SEDANO, L.; OLIVEIRA, C. M. A. de. SASSERON, L. H. **Análise de sequências didáticas de ciências: enfocando o desenvolvimento dos argumentos orais, escrita e da leitura de conceitos físicos entre alunos do ensino fundamental.** In: Atas do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), Águas de Lindoia/SP. 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID363/v19_n1_a2014.pdf>. Acesso em: 23 maio 2018.

TYSON, N. G. **Astrofísica para apressados.** São Paulo: Planeta, 2017.

VYGOTSKI, L. S. **A FORMAÇÃO SOCIAL DA MENTE.** 4 ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora LTDA, 1991. P.11.

I.C. Moreira, L. Massarani; C. Almeida. **Cordel e a Ciência: A Ciência em Versos Populares.** Vieira & Lent, Rio de Janeiro, 2005.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZANON, D. AP V.; FREITAS, D. **A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem.** Ciências e Cognição, v. 10, p. 93-103, 2007.