



INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CAMPUS NATAL – CENTRAL / DIRETORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Dissertação de Mestrado

**Construção de uma sequência didática para o ensino de
Astronomia com a utilização de uma maquete motorizada do
sistema Sol-Terra-Marte controlada por Arduíno**

Por

Thobias Germano da Cunha

Natal
2023

**Construção de uma sequência didática para o ensino de
Astronomia com a utilização de uma maquete motorizada do
sistema Sol-Terra-Marte controlada por Arduíno.**

Thobias Germano da Cunha

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

Orientador: Calistrato Soares da Câmara Neto

Natal
2023

Cunha, Thobias Germano.
C972c Construção de uma sequência didática para o ensino de astronomia com a utilização de uma maquete motorizada do sistema sol-terra-marte controlada por arduino / Thobias Germano da Cunha.
– 2023.
76 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.
Orientador: Calistrato Soares da Câmara Neto.

1. Ensino de Astronomia. 2. Sequência didática. 3. Sistema Sol-Terra-Marte. 4. Aparato experimental. I. Título.

CDU 52:37

**Construção de uma sequência didática para o ensino de
Astronomia com a utilização de uma maquete motorizada do
sistema Sol-Terra-Marte controlada por Arduíno.**

Thobias Germano da Cunha

Orientador: Calistrato Soares da Câmara Neto

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

Aprovada por:



Prof. Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto
IFRN Campus Natal Central



Prof. Dr. João Rodrigo Souza Leão
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)



Prof. Dr. Paulo Cavalcante da Silva Filho
IFRN Campus Natal-Central

Natal, RN
Fevereiro /2023

Ao meu filho, com muito amor...

Agradecimentos

Quero agradecer primeiramente a Deus por reascender o sonho do mestrado em um momento turbulento da minha vida. Isto com certeza me proporcionou grandes experiências que carregarei sempre comigo.

Aos meus pais que mesmo com suas limitações jamais me abandonaram e sempre alimentaram meus sonhos. Sem dúvidas que seus ensinamentos me municiaram para todas as batalhas que estavam por vir.

Aos meus colegas de turma George Berkeley Chacon, Manaceis Mariano e Valdécio Félix pelo apoio e parceria durante estes anos.

Aos meus amigos Ivan Alves De Souza e Jailson Alves pela ajuda com o desenvolvimento do aparato experimental.

À José Pedro da Silva Júnior, o amigo que a universidade me presenteou e desde então sempre me auxilia quando necessito.

Ao meu orientador Calistrato Soares da Câmara Neto, pela paciência, compreensão e apoio ao projeto.

À minha esposa Renata Assunção da Costa que sempre se dispôs a abrir meus olhos e não permitir que recaísse sobre a inércia e especialmente ao meu filho Heitor Assunção da Cunha, que me motiva à buscar me tornar um ser humano melhor, digno da função de pai.

Resumo

Com o objetivo de possibilitar recursos que subsidiem o ensino de Astronomia no ensino básico e reconhecendo a importância do conhecimento a respeito da história e filosofia da ciência na construção de modelos científicos, este trabalho proporciona uma sequência didática que sugere textos, observações do céu, recursos tecnológicos e construção de um aparato experimental do sistema Sol-Terra-Marte para auxiliar a dinâmica da sala de aula. Tal sequência, propõe-se a usar a dinâmica dos três momentos pedagógicos (de Delizoicov & Angotti), dividida entre Problemática Inicial (pré-teste), Organização do Conhecimento (intervenções realizadas) e Aplicação do Conhecimento (pós-teste). A eficiência do nosso produto educacional foi medida através dos índices relativos a uma turma do 9º ano de uma escola municipal na cidade do Natal (capital do Rio Grande do Norte), por meio de análises de gráficos que comparam suas respostas aos questionários aplicados antes e após intervenções, demonstrando uma evolução dos saberes adquiridos e já conhecidos. Desta forma, isso pode transparecer a eficiência do trabalho na estrutura cognitiva dos alunos.

Palavras-chave: ensino de Astronomia; sequência didática; aparato experimental; história e filosofia da ciência.

Abstract

With the aim of providing resources that support the teaching of Astronomy in basic education and recognizing the importance of knowledge about the history and philosophy of science in the construction of scientific models, this work provides a didactic sequence that suggests texts, observations of the sky, resources technologies and construction of an experimental apparatus of the Sol-Earth-Mars system to help the dynamics of the classroom. This sequence proposes to use the dynamics of the three pedagogical moments (by Delizoicov & Angotti), divided between Initial Problematization (pre-test), Organization of Knowledge (interventions carried out) and Application of Knowledge (post-test). The efficiency of our educational product was measured through the indices related to a 9th grade class of a municipal school in the city of Natal (capital of Rio Grande do Norte), through analysis of graphs that compare their answers to the questionnaires applied before and after interventions, demonstrating an evolution of acquired and already known knowledge. In this way, this can show the efficiency of the work in the cognitive structure of the students.

Keywords: Astronomy teaching; following teaching; experimental apparatus; history and philosophy of science.

Lista de Figuras

Figura 1: Ilustração da 1ª Lei de Kepler. Fonte: http://www.ime.unicamp.br/~apmat/leis-de-kleper-e-as-elipses/	21
Figura 2: Ilustração da 2ª Lei de Kepler. Fonte: http://www.ime.unicamp.br/~apmat/leis-de-kleper-e-as-elipses/	21
Figura 10: Registro de aplicação do produto em sala de aula. Imagem de autoria própria.	27
Figura 11: Imagem criada pelo autor através do software Stellarium (2021).	37
Figura 12: Imagem criada pelo autor através do software Stellarium (2021).	38
Figura 13: imagem usada como parte integrante da questão	40

Lista de tabelas

Tabela 1: Referências dos códigos alfanuméricos da BNCC. _____	17
Tabela 2: Síntese da fase de Organização do Conhecimento, correspondente a segunda fase dos três momentos pedagógicos. _____	25
Tabela 3: Respostas dos alunos sobre grau de satisfação da sequência didática. _	32
Tabela 4: Síntese da fase de Organização do Conhecimento, correspondente a segunda fase dos três momentos pedagógicos. _____	7

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJ ETIVO GERAL	13
2.2	OBJ ETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	ASTRONOMIA E AS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS	14
3.2	ASTRONOMIA E A LEGISLAÇÃO	15
3.3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	16
3.3.1	Problematização Inicial	18
3.3.2	Organização do Conhecimento	19
3.3.3	Aplicação do Conhecimento	19
4	REFERENCIAL TEÓRICO EM FÍSICA	20
5	O PRODUTO EDUCACIONAL	23
5.1	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
	REFERÊNCIAS	35
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO ANTES E APÓS A SEQUÊNCIA DIDÁTICA.	37
	APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL	41

1 Introdução

As aulas referentes ao ensino de astronomia são em sua essência expositivas e restritas a imagens bidimensionais fornecidas no livro didático. Tal fato não permite uma reconstrução das concepções alternativas estabelecidas pelo senso comum¹. Mesmo na idade contemporânea, com todas as possibilidades trazidas com recursos da internet, os discentes não conseguem desenvolver argumentos convincentes para explicar o movimento aparente de planetas, visível a olho nu. Muitos desconhecem inclusive este fato, por não serem estimulados durante as aulas, a realizarem observações do céu.

É neste panorama que LANGHI (2011) conclui, através de pesquisas, 70% a 80% de crianças e jovens adultos apresentam uma visão Heliocêntrica, no entanto manifestam concepções alternativas ao tentar utilizar esta informação para justificar fenômenos observáveis, indicando uma discrepância entre os saberes prático e científico. Ou seja, mesmo acreditando sobre a órbita da Terra em torno do Sol, não conseguem estabelecer conexões com dimensões dos corpos, localização, estações do ano, entre outros.

Segundo PRANDO e BRETONES (2013), mesmo com a ampla possibilidade de divulgação nos diversos meios de comunicação como na internet, televisão, livros e revistas que sempre trazem notícias e imagens do Universo, as adversidades no ensino de Astronomia continuam sendo constatadas em diversos trabalhos de pesquisa que abordam a temática.

A nova era da tecnologia está produzindo mudanças mundiais em vários setores, tais como: na economia, na comunicação e, por consequência, no modo de pensar sobre a prática educativa. Desta forma, vem destacando-se o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) como um conjunto de recursos tecnológicos e computacionais, que auxilia o ensino em situações em que apenas o livro didático não é suficiente para recodificar significados prévios dos discentes.

O presente trabalho se sustenta em documentos normativos para propor uma sequência didática para os docentes do Ensino Básico, no que diz respeito ao Ensino de Astronomia onde, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2016), os

¹ Saberes não condizentes com os padrões estabelecidos pela ciência, adquiridos através da vivência cotidiana do indivíduo.

conteúdos estão alocados no campo das Ciências da Natureza. A referida base recomenda que sejam trabalhados conteúdos como os movimentos da Terra, Lua, Estações do Ano, movimento aparente do Sol e do Sol como fonte de energia (BNCC, 2016).

A Física, como componente curricular da área ciências de natureza deve ser aplicada em sala de aula, unificando seu caráter experimental ao teórico. O próprio método científico é esquecido durante as aulas essencialmente expositivas, rígidas e teóricas. Pois, não propõe a visualização de experiências e questionamentos, aos alunos. Logo, este produto educacional através da sequência didática, visa enfatizar a Física como uma Ciência Exata e Experimental.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Possibilitar recursos com os quais subsidiem as aulas do ensino de astronomia para professores da rede de educação básica, unindo o caráter observacional do céu noturno e aspectos da história e filosofia da ciência à prática experimental.

2.2 Objetivos específicos

Desenvolver a construção de uma maquete motorizada e controlada por Arduíno para auxiliar o ensino de Astronomia, propor formas de utilização de recursos didáticos como estratégia de suprir as abstrações referentes a esta área da Ciência, mostrar evolução de modelos de Universos antigos ao longo da história da humanidade, incorporar às observações do céu na prática da sala de aula e identificar argumentos que evidenciam a esfericidade da Terra e a influência do movimento de translação na configuração estelar visível.

3 Referencial Teórico

A curiosidade pelo céu não tem berço neste século. Desde os primeiros registros feitos pelo homem através de pinturas rupestres, podemos notar o céu sempre presente com um certo destaque. Esta curiosidade é tão remota que pode até mesmo ter sua origem confundida com a própria origem das civilizações (HORVATH, 2008).

O conhecimento sobre os astros foi determinante para o estabelecimento da localização espacial, da concepção de tempo e até da construção de calendários que pudessem tecer previsões meteorológicas a fim de desenvolver uma agricultura mais eficiente. Neste contexto da observação dos fenômenos celestes, nasce a Astronomia (CANIATO, 1989).

3.1 Astronomia e as concepções espontâneas

A ficção, notícias sensacionalistas, astrologia, o atual cenário de divulgação midiático do turismo espacial e até mesmo desenhos animados, sempre fazem algum tipo de associação com conceitos da Astronomia. Isto acaba aguçando a curiosidade da criança desde os primeiros anos do ensino, ao mesmo tempo que lhes fornecem meios não científicos que ajudam a criação de modelos equivocados de mundo, onde os livros didáticos, sem complementação, são incapazes de reorganizar essas informações.

Um fator que corrobora com a aceitação de certas visões distorcidas, especialmente sobre a Terra, Lua e o Sol, em seus movimentos é a dificuldade de visualização destes movimentos em um outro referencial. Desta maneira (SILVA; BARROSO) afirmam:

A dificuldade precede o entendimento dos fenômenos: começa pela forma esférica da Terra, aumenta na percepção do tipo de movimento espacial descrito pelos demais corpos celestes, e culmina na necessidade de visualização dos movimentos dos astros nos diferentes referenciais. Ou seja, a compreensão dos fenômenos astronômicos exige um alto grau de abstração, de visão espacial e uma forma de pensar científica para sua análise. Em geral, essas habilidades e a capacidade de conectar essas ideias com o que vivenciam no mundo à sua volta não são habituais entre os estudantes (SILVA; BARROSO, 2008).

Sendo a exigência da abstração uma das maiores dificuldades dessa área do ensino, cabe ao professor, por meio de outros instrumentos criar mecanismos necessários para o estabelecimento da compreensão dos estudantes.

A este capítulo nos dedicamos em trata de justificar a importância de aprimorar as estratégias metodológicas através do produto educacional, composto de uma sequência didática que incorpora o uso de novas tecnologias, observações astronômicas e o uso de aparato experimental desenvolvido, composto por uma maquete motorizada do sistema Sol-Terra-Marte controlada por Arduíno, para transpor as limitações de um ensino pautado no tradicionalismo da aula expositiva.

Devemos buscar alternativas para o aluno contemporâneo, como ser ativo em um mundo globalizado, que exige cada vez mais adaptações para inserção da tecnologia em sala de aula. Outro fator importante, seria a possibilidade criada por este trabalho de proporcionar, através de materiais complementares sugeridos, visões de um céu que seria impossível de ser visualizado durante os turnos de aula por grande parte dos alunos, tendo em vista que grande parte dos discentes da rede básica concentram-se matriculados em turmas diurnas. Isto impossibilita observações diretas dos corpos celestes como estrelas, constelações e planetas.

3.2 Astronomia e a legislação

Embora seja indiscutível a participação da astronomia como ferramenta que ajudou no desenvolvimento das civilizações ao longo da história, sua importância na educação brasileira só passou a ser reconhecida de forma oficial após a publicação das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (mais conhecidas como PCN+), em 2002. Neste documento há algumas orientações sobre as formas com as quais os professores devem explorá-la em sala de aula. Hoje, a Base Nacional Comum Curricular reitera sua importância.

O Ensino de Astronomia na rede básica se no ensino fundamental e se estende até o ensino médio. Dentre as abordagens podemos citar que, ainda nas séries iniciais do ensino fundamental, se deve propiciar a compreensão acerca dos movimentos dos corpos celestes, da observação das fases da Lua, das estações do ano e seus efeitos sobre a nossa vida cotidiana desde muito cedo. A própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC) afirma que nesta fase do ensino fundamental:

Na unidade temática Terra e Universo, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, particularmente das zonas habitadas pelo ser humano e demais

seres vivos, bem como de observação dos principais fenômenos celestes. Além disso, ao salientar que a construção dos conhecimentos sobre a Terra e o céu se deu de diferentes formas em distintas culturas ao longo da história da humanidade, explora-se a riqueza envolvida nesses conhecimentos, o que permite, entre outras coisas, maior valorização de outras formas de conceber o mundo, como os conhecimentos próprios dos povos indígenas originários (BNCC, 2016, p. 328).

Ainda sobre o mesmo documento normativo, cuja finalidade é orientar a construção do currículo escolar, há uma reafirmação que, as instituições devem ser norteadas por eixos comuns, acrescidos de variáveis locais que se relacionem ao assunto estudado, dando autonomia a escola. Desta maneira, o livro didático por si só jamais atenderá as especificidades vividas no contexto de cada comunidade. Isto acaba limitando uma interação entre as concepções prévias dos estudantes com o conteúdo a ser abordado.

O docente não deve limitar-se ao uso de material impresso com imagens bidimensionais simplificadas. Desta maneira, a própria Base Nacional Comum Curricular reitera em uma de suas competências gerais que:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BNCC, 2016, p. 9).

O presente ano também se caracteriza pelo início do Novo Ensino Médio, que salta de 800 horas de curriculares anuais para 1000 horas. Entre este acréscimo são estabelecidas disciplinas eletivas para compor itinerários formativos e dentre as possibilidades de oferta pelas instituições de ensino está a própria eletiva de Astronomia. Desta maneira, podemos notar que seu espaço dentro da sala de aula está cada vez mais assegurado, o que exige elaboração de novas metodologias.

3.3 Sequência Didática

A unidade didática corresponde ao conjunto de métodos utilizados para organização do processo de ensino e aprendizagem. Desta maneira, foi pensando em um roteiro que esteja associado ao ensino democrático, crítico e que valoriza os aspectos da história e filosofia da ciência, pois sabe-se que a evolução de modelos científicos são também frutos das relações sociais (LIBANEO, 1983). Logo, seguindo os modelos de uma configuração que se define por estudiosos da didática por tendências pedagógicas progressistas, que sugerem aulas mais dinâmicas cujo aluno

participa ativamente de todo processo, relacionando o aprendizado com o contexto social.

O discente é um ser que carrega consigo conhecimentos construídos ao longo de sua vida, fruto de suas experiências. Sua interpretação sobre quaisquer assuntos trabalhados na escola se ancora nisto. Portanto, sua presença na escola não se trata de *"adquirir uma cultura experimental, mas de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já amontoados pela vida cotidiana"* (Bachelard, 1977, p. 150). Em outras palavras, os conceitos adquiridos ao longo da sua vida devem se transformar em decorrência das vivências em sala de aula.

É com esta característica de um aluno ativo, que chega em sala de aula com uma série de saberes já adquiridos, e do pressuposto que o professor não transmite conhecimento, mas que cria oportunidades de reconstrução de significados por eles assimilados, que este trabalho se propõe a usar a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), surgindo de uma influência de Paulo Freire e que foram caracterizados por Delizoicov e Angotti (1990) nas seguintes etapas: Problematização inicial (PI), Organização do conhecimento (OC) e Aplicação do conhecimento (AP).

A sequência didática foi articulada como tentativa de conseguir desenvolver as habilidades tratadas pela Bases Nacional Comum Curricular (BNCC), relacionadas ao ensino de astronomia que perpassam pelo ensino fundamental e médio, referenciadas de acordo com a composição dos códigos alfanuméricos explicados pelo quadro abaixo.

TABELA 1: REFERÊNCIAS DOS CÓDIGOS ALFANUMÉRICOS DA BNCC.

EF67CI01	- O primeiro par de letras indica a etapa da educação básica. - O primeiro par de números indica o ano a que se refere a habilidade. - A segunda sequência de letras indicam o componente curricular. - Os números finais indica a posição da habilidade na numeração sequencial.
	- O primeiro par de letras indica a etapa da educação básica.

EM13LGG103	- O primeiro par de números indica que as habilidades descritas podem ser desenvolvidas em qualquer série do ensino médio, conforme definição dos currículos. - A segunda sequência de letras indica a área (três letras) ou componente curricular (duas letras). - Os números finais indicam competência específica à qual se relaciona a habilidade (1º número) e a sua numeração no conjunto de habilidades relativas a cada competência (dois últimos números).
------------	---

3.3.1 Problemática Inicial

Este momento é dedicado a realizar uma avaliação diagnóstica dos alunos, com o objetivo de oportunizar o compartilhamento de suas visões a respeito do tema, assim como identificar possíveis concepções alternativas existentes. Desta maneira torna-se possível traçar estratégias mais eficientes e adequadas a cada público, resultando em um planejamento de aula sempre flexível.

Ainda neste momento é possível identificar semelhança entre as respostas e qualquer evidência que possa ser contrariada quando comparada pelos conceitos cientificamente aceitos e, ainda nesta fase, possivelmente o próprio aluno reconhece que carece de explicações para ocorrência de muitos fenômenos corriqueiros. Isto também acaba aguçando sua curiosidade para desenvolver habilidades suficientes para sanar as dúvidas geradas.

A execução da avaliação introdutória deve ser realizada sem interferência do professor, de forma que os dados preservem o conhecimento que de fato os alunos possuem. O resultado encontrado será imprescindível para os planos de aula e para recodificar o maior número de concepções espontâneas apresentadas.

3.3.2 Organização do Conhecimento

Para este momento, o professor inicia suas discussões e intervenções, ouvindo os alunos sobre suas impressões iniciais, para assim seguir com os conhecimentos científicos necessários para compreensão da PI, conforme orientado por Delizoicov e Angotti (1990).

Esta fase caracteriza-se por ser o momento que os alunos passam a incorporar o conhecimento, por este motivo deve-se proporcionar uma vasta possibilidade de recursos para que os discentes evoluam com seus conceitos iniciais, segundo Albuquerque, Santos e Ferreira (2015).

As ressignificações de conceitos construídos aqui devem ser capazes de propiciarem ferramentas aos estudantes, para que eles próprios consigam não apenas encontrarem relações entre os temas, mas também possam enxergar novas relações entre suas vivências.

3.3.3 Aplicação do Conhecimento

Considerando a importância de todo o processo da sequência didática, foi adotado o modelo de avaliação formativa. Nesta avaliação não foi atribuída nota por desempenho. Seu intuito *“tem por único fim reconhecer onde e em quê o aluno sente dificuldade e procurar informá-lo. Esta avaliação não se traduz em nota, nem muito menos em scores. Trata-se dum feedback para aluno e para o professor.”* (De Landsheere, 1979, p. 254-255).

Ao iniciar o processo formativo na PI foi esclarecido que a pontuação referente a atividades desenvolvidas no bimestre, seria atribuída a participação em todas as fases. Desta maneira encontramos o estímulo ao diálogo, atendendo todo os discentes, pois não se sentirão caracterizados de acordo com o grau de saberes que cada um dispõe. Isto valoriza a heterogeneidade dos diferentes seres.

A fim de caracterizar, apenas para fins da pesquisa, a apropriação dos conhecimentos científicos, foi aplicado o mesmo questionário inicial e, para verificar a mudança de conceitos e impressões individualizadas, foi aberta uma discussão sobre suas impressões referente ao modelo de trabalho adotado. Este último servindo inclusive como um auto avaliação da forma com a qual a sequência didática foi conduzida.

4 Referencial Teórico em Física

Neste capítulo, nos dedicaremos a tratar dos principais conceitos em Física pertinentes ao nosso trabalho, com uma abordagem a nível superior com foco especialmente nas leis de Kepler.

Sabemos que desde tempos remotos, os movimentos aparentemente aleatórios dos planetas em relação às estrelas intrigaram os observadores do céu (HALLIDAY, D.; WALKER, J.; RESNICK R., 2007, p.40). Porém, foram com análises relativas ao planeta Marte que Kepler, baseando-se nas observações realizadas pelo então astrônomo real Tycho Brahe, pode generalizar aplicações que resultaram nas suas três leis.

A análise dos dados reunidos por Tycho Brahe subsidiou Kepler a concluir que: Todos os planetas se movem em órbitas elípticas, com o Sol em um dos focos. Isto ficou conhecido como a 1ª Lei de Kepler, também descrita como lei das órbitas.

A figura a seguir representa uma elipse, onde um planeta de massa m se movendo em torno de uma estrela de massa M . Considerando que a $M \gg m$, concluímos que a massa do sistema se concentra praticamente sobre o centro da Estrela.

Analisando a imagem seguinte, temos o seu semieixo maior a e a sua excentricidade e , esta última definida de tal forma que ea é a distância do centro da elipse a um dos focos, F ou F' (HALLIDAY, D.; WALKER, J.; RESNICK R., 2007, p.40).

De acordo com os estudos de Kepler e as definições feitas por ele, as órbitas reais dos planetas do sistema Solar possuem baixa excentricidade, configurando trajetórias praticamente circulares, ou seja, e é uma grandeza adimensional que pode assumir valores de 0 à 1, onde o primeiro valor representaria um círculo perfeito. O periélio e o afélio correspondem, respectivamente, aos pontos mais próximos e mais distantes à estrela.

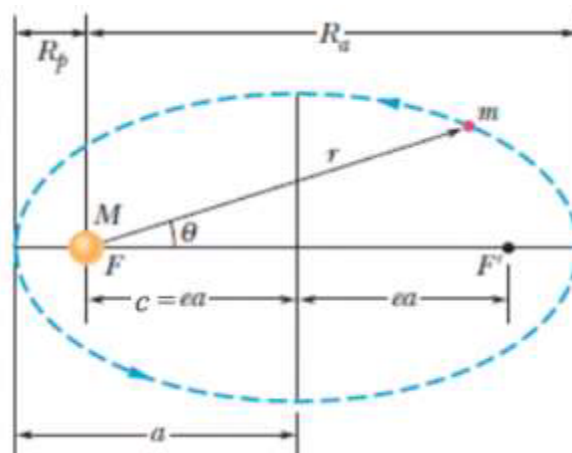


FIGURA 1: ILUSTRAÇÃO DA 1ª LEI DE KEPLER. FONTE:
[HTTP://WWW.IME.UNICAMP.BR/~APMAT/LEIS-DE-KLEPER-E-AS-ELIPSES/](http://www.ime.unicamp.br/~apmat/leis-de-kepler-e-as-elipses/)

A 2ª Lei de Kepler: A reta que liga um planeta ao Sol varre áreas iguais no plano da órbita do planeta em intervalos de tempo iguais, ou seja, a taxa de variação $\frac{dA}{dt}$ da área A com o tempo é constante. Desta forma podemos concluir que, embora a velocidade linear de translação dos planetas ao redor do Sol sofra variações em sua trajetória, a sua velocidade areal é conservada. A figura seguinte representa os deslocamentos realizados pelo planeta em momentos diferentes de sua trajetória.

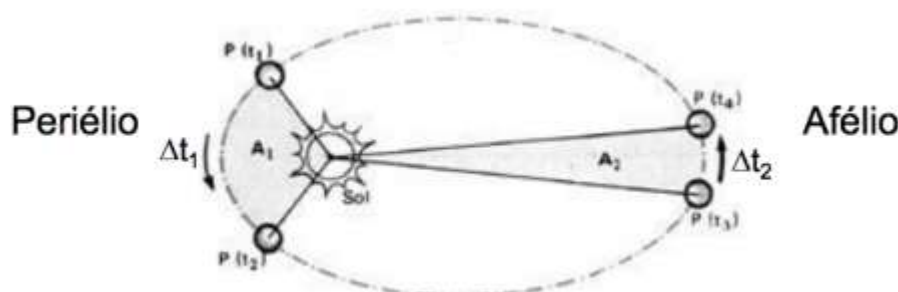


FIGURA 2: ILUSTRAÇÃO DA 2ª LEI DE KEPLER. FONTE:
[HTTP://WWW.IME.UNICAMP.BR/~APMAT/LEIS-DE-KLEPER-E-AS-ELIPSES/](http://www.ime.unicamp.br/~apmat/leis-de-kepler-e-as-elipses/)

A 3ª Lei de Kepler, por sua vez, é conhecida como a Lei dos Períodos. Ela consegue estabelecer qual a relação existente entre o raio médio dos planetas e o tempo necessário para o término de seus respectivos ciclos. Esta lei obedece a lei do inverso do quadrado da distância. Desta maneira, adotando a área da elipse $= \frac{L}{2m} T$, onde T corresponde ao tempo necessário para o término de uma revolução do centro de força numa trajetória elíptica.

Sendo a área da elipse também representada por

$$\pi ab = \pi a^2 \sqrt{1 - \varepsilon^2} = \pi a^2 \sqrt{\frac{2(-E)L^2}{mK^2}} = \pi a^2 \sqrt{\frac{2(-E)}{K} \frac{L^2}{mK}} = \pi a^2 \sqrt{\frac{L^2}{mKa}}$$

Relacionamos o quadrado das duas equações que representam a área de uma elipse, obtemos:

$$\frac{L^2}{4m^2} T^2 = \pi^2 a^4 \frac{L^2}{mKa}$$

Realizadas as devidas simplificações das variáveis, chegamos a:

$$\frac{T^2}{a^3} = 4\pi^2 \frac{m}{K}$$

Sendo $\frac{t^2}{a^3}$ uma razão uma constante válida para partículas de massa m, concluímos que:

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

Neste caso, a terceira lei de Kepler nos afirma que a razão entre o quadrado do período e o raio médio de um planeta ao cubo, corresponde exatamente a mesma constante para todos os planetas. Logo, é possível estabelecer que a distância de qualquer planeta ao Sol é proporcional ao seu período de revolução.

5 O Produto Educacional

O produto educacional faz parte da pesquisa desenvolvida no curso de mestrado ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) através do programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Este é uma proposta de construção de experimento composto por uma sequência didática para o ensino de Astronomia com a utilização de uma maquete motorizada do sistema Sol-Terra-Marte controlada por Arduíno. Este aparato visa subsidiar os professores da rede básica para com o Ensino de Astronomia.

Para os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) o ensino de ciências naturais e especialmente o ensino de física, em todas as etapas da educação básica, tem se concentrado em apresentação de conceitos, equações e leis de maneira desarticulada e não vinculada a vida do estudante, tomando-se vazios de significados (BRASIL, 2000). Nesta perspectiva nasce a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2016) com a finalidade de melhorar os índices da educação nacional, definindo um conjunto de aprendizagens essenciais. Ela estabelece competências e habilidades que os estudantes devem adquirir ao longo da educação e, através dos objetos de conhecimento, o ensino de astronomia surge no ensino fundamental

Na unidade temática Terra e Universo, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, particularmente das zonas habitadas pelo ser humano e demais seres vivos, bem como de observação dos principais fenômenos celestes. Além disso, ao salientar que a construção dos conhecimentos sobre a Terra e o céu se deu de diferentes formas em distintas culturas ao longo da história da humanidade, explora-se a riqueza envolvida nesses conhecimentos, o que permite, entre outras coisas, maior valorização de outras formas de conceber o mundo, como os conhecimentos próprios dos povos indígenas originários (BNCC, 2016, p. 328).

O Ensino Médio também ressalta a importância de tais conhecimentos, por meio de competências específicas de ciências da natureza, onde *“podem ser mobilizados conhecimentos conceituais relacionados a: [...] astronomia; evolução estelar; gravitação; mecânica newtoniana; previsão do tempo; história e filosofia da ciência; entre outros”* (BNCC, 2016, p. 556).

Neste quesito, durante o 2MP foi proposta uma atividade observacional, tendo em vista que elas sempre trazem consigo questionamentos que ocorrem quase de maneira natural. Sendo assim *impossível observar algo sem que se estabeleça*

alguma interpretação prévia ou sem que se crie algum nível de conhecimento, ainda que bastante elementar (COMPIANI; CARNEIRO, 1993, p. 91). Neste contexto, será solicitado a observação de Saturno (planeta visível no período do ano com a qual a pesquisa foi realizada) por dois dias com espaçamento de duas semanas consecutivas. Para auxiliar sua localização será apresentado em sala o aplicativo Sky Maps (software que utiliza da bússola e GPS do aparelho telefônico para identificar o posicionamento de corpos celestes). Este aplicativo é capaz de mostrar as constelações visíveis a partir do posicionamento do aparelho celular e isto propicia mais parâmetros de referência no céu para percepção do movimento dos planetas durante o intervalo de tempo proposto entre as observações. Essa atividade será registrada por meio de um desenho do horizonte, com referenciais terrestres e no céu, que os alunos devem entregar no encontro presencial em sala de aula.

Em um próximo encontro deve ser discutido os resultados encontrados. A fim de consolidar o entendimento sobre o movimento planetário, deve-se ser usado o Stellarium, que é um software de código aberto o qual permite a simulação de diversos fenômenos astronômicos, tomando possível deslumbrar os céus vistos por culturas diferentes e regiões diferentes do globo e também com uma escala de velocidade diferente do real (BECKER; STRIEDER). A finalidade é mostrar o posicionamento do planeta observado em escalas de tempos maiores, para acentuar o suposto movimento aparente.

Para sinalizar aos alunos que a ciência da natureza, embora dita uma ciência exata, também é sujeita as variações do contexto social, serão sugeridos dois textos para enfatizar que

[...] a perspectiva de problematização está articulada ao uso da História e Filosofia da Ciência no ensino de física, uma vez que se propicia a contextualização da origem, formulação e solução dos problemas mais relevantes que culminaram com a produção dos modelos e teorias, o que o potencial de explicar e explorar o significado histórico dos problemas juntos ao estudantes e, talvez por isso, permitir-lhes a apreensão das soluções dadas e o respectivo conhecimento produzido (DELIZOICOV, 2001, p. 6-7)

Com o objetivo de oferecer condições de saber da evolução dos modelos e interpretações que surgiram ao longo da história, serão trabalhados dois textos dos anexos A e B, intitulados “laçadas no céu” e “Heliocentrismo versus Geocentrismo”, respectivamente. Ambos são encontrados em: Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência (DRUMMOND, 2015, p.133-138).

Para encerrar o 2MP utilizamos experimento aqui desenvolvido, que propicia de forma lúdica o movimento simultâneo de translação da Terra e de Marte. Nele será possível enxergar em uma menor escala as velocidades proporcionais destes planetas e seus efeitos. Este instrumento didático favorece não só a percepção de um referencial heliocêntrico, mas também um conjunto de possibilidades de abordagens explorados durante toda sequência didática, aplicáveis no ensino fundamental anos finais e no ensino médio.

As velocidades adaptadas favorecem o esclarecimento sobre a lei dos períodos que fica restrita nos livros didáticos apenas em equações. Agora podemos inclusive cronometrar o tempo e definir suas implicações quanto ao movimento aparente visto nas observações.

A inclinação da Terra e os paralelos desenhados no globo permitem um fácil entendimento sobre aspectos como estações do ano, iluminação do globo e da percepção dos corpos celestes do céu.

A aplicação de um experimento automatizado como este produto, além de tudo, traz um modelo tridimensional que os livros didáticos e sistemas de ensino tem se demonstrado ineficientes. Esta é uma maneira muito satisfatória de consolidar a esfericidade da Terra e suas implicações.

De maneira geral, a fase de OC poderá ser sintetizada de acordo com o quadro abaixo, que considera a interação entre as partes, tanto de forma online via Google Sala de Aula (GSA), quanto em aulas híbridas com duração de 50 minutos cada.

TABELA 2: SÍNTESE DA FASE DE ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO, CORRESPONDENTE A SEGUNDA FASE DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS.

Atividade	Duração	Apuração
Presencial	1 aula	Discussão sobre impressões e curiosidades da PI.
Observação do céu	2 aulas	• Discussão sobre resultados encontrados nas observações. • Uso do Stellarium para propiciar uma visão em escala de tempo maior

		e generalizar o fenômeno do movimento planetário.
Leitura dos Textos “laçadas no céu” e “Heliocentrismo versus Geocentrismo” DRUMMOND, 2015, p.133 - 138)	2 aula	Discussão sobre interpretação do texto e seus contextos.
Apresentação do experimento	2 aulas	Aplicação do experimento para consolidar a compreensão das ressignificações de suas concepções do início do processo.

Segundo a tabela 2, a OC foi dividida em 4 estágios. Para cada um desses momentos foi atribuído o percentual de 25% do valor total da atividade. Logo, independente do grau de conhecimento que cada um estudante tem, todos serão pontuados de maneira igualitária, desde que sejam ativos e exponham seus saberes. Esse critério foi usado para garantir que os alunos participem ativamente de forma integral. Com essa sistemática também fica mais viável, ao docente que deseje reproduzir este trabalho, a adaptação aos valores disponíveis para pontuação em sua respectiva instituição.

5.1 Resultados e Discussões

O Produto Educacional foi aplicado em uma turma de alunos do 9º ano da Escola Municipal Professora Maria Madalena, situada na zona norte da cidade do Natal-RN. Entre as aplicações dos Três Momentos Pedagógicos, que configura o ciclo da sequência didática, participaram uma média de 20 alunos.



FIGURA 3: REGISTRO DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EM SALA DE AULA. IMAGEM DE AUTORIA PRÓPRIA.

Para garantir o acesso aos formulários e assegurar a participação da maior quantidade de discentes possível, foi necessário disponibilizar internet, usando o aparelho celular como roteador, além de deixar um notebook acessível para uso dos estudantes, em uma tentativa da ocorrência do princípio da inclusão.

Os gráficos de setores a seguir foram criados através da própria ferramenta disponível no Google Forms, baseados nas respostas fornecidas pelos estudantes. Desta maneira, para haver um melhor dimensionamento sobre as variações de suas concepções antes e após aplicação do produto, inserimos os resultados encontrados nos questionários, lado a lado.

No primeiro questionamento, representado através da figura 11, conseguimos observar uma expressiva melhoria nas respostas sobre o céu visível a partir de localizações diferentes. Quase dobraram o número de estudantes que conseguem reconhecer a impossibilidade de enxergar as mesmas constelações em hemisférios diferentes do globo, saltando de 28,6% para 55,6%.



FIGURA 11: RESULTADO SOBRE A QUESTÃO 01, SENDO OS DADOS OBTIDOS ANTES E APÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO, RESPECTIVAMENTE.

Na análise da segunda questão através da figura 12, podemos atestar que antes da intervenção nenhum dos alunos avaliados tinham ideia do real posicionamento que o Sol se manifesta durante o ano. Após a sequência didática, um terço de toda turma passou a identificar corretamente o movimento aparente solar.

A ordem de grandeza do planeta aliada ao movimento aparente do Sol causa confusões que são de interpretação, principalmente pelo fato do comprometimento da capacidade de abstração. Todavia, após discussões e o uso do Stellarium projetadas em sala de aula, a identificação correta a posição da sombra gerada pelo Sol saiu de 14,3% para 33,3%, tornando o resultado satisfatório.



FIGURA 12: RESULTADO SOBRE A QUESTÃO 02, SENDO OS DADOS OBTIDOS ANTES E APÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO, RESPECTIVAMENTE.

A partir do terceiro quesito do questionário foi possível constatar que a ideia sobre o céu noturno, especialmente no que diz respeito às estrelas, teve uma ligeira piora, pois ocorreu uma redução de 57,1% para 44,4% das pessoas que afirmavam sobre as pequenas mudanças de posicionamento das posições das estrelas com o passar dos dias. Este fato podemos observar na figura 13 e possivelmente está vinculado ao não cumprimento das observações e registros do céu, conforme solicitado em sala.

O déficit de uma das atividades propostas para compor o segundo momento pedagógico acaba dificultando a redefinição dos seus conhecimentos prévios e a não perpetuação de visões de um céu estático. A atividade em questão seria a observação do céu noturno com a observação do planeta, com auxílio do Sky maps.



FIGURA 13: RESULTADO SOBRE A QUESTÃO 03, SENDO OS DADOS OBTIDOS ANTES E APÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO, RESPECTIVAMENTE.

Os gráficos seguintes, representados na figura 14, se referem ao quarto questionamento do questionário que trata sobre os planetas visíveis a olho nu. Nele podemos notar que as ideias sobre suas visualizações não sofreram mudanças significativas, porém é possível perceber que os alunos já tinham conhecimento sobre os aparecimentos destes corpos celestes durante algum momento do período da Terra.



FIGURA 14: RESULTADO SOBRE A QUESTÃO 04, SENDO OS DADOS OBTIDOS ANTES E APÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO, RESPECTIVAMENTE.

A Lua, por ser o corpo de mais fácil identificação no céu noturno, mesmo em zonas urbanas, foi escolhida como referência para testar a percepção dos estudantes sobre como a esfericidade da Terra pode influenciar na forma com a qual enxergamos os corpos no céu.

As respostas apresentadas expostas na figura 15 traduzem que aproximadamente 70% dos estudantes chegaram na última série do ensino fundamental sem estabelecer abstrações sobre como o posicionamento do observador na superfície do planeta pode influenciar na forma observada do nosso

satélite. Isso mostra que a habilidade (EF06CI13) selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra, no objeto de conhecimento Forma, Estrutura e Movimentos da Terra (BNCC, p. 345). Após as intervenções mais de metade da turma conseguiu identificar a forma correta, a partir do referencial sugerido.

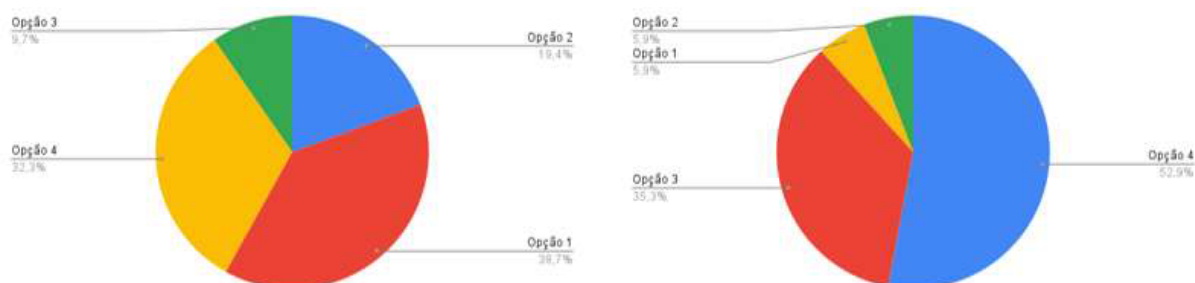


FIGURA 15: RESULTADO SOBRE A QUESTÃO 05, SENDO OS DADOS OBTIDOS ANTES E APÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO, RESPECTIVAMENTE.

Sendo a eclíptica solar a responsável pelas variações de dimensionamento e posicionamento das sombras no decorrer do ano, conforme representado na figura 16, a questão 06 da avaliação diagnóstica foi usada para averiguar como se dá essa percepção em diferentes localizações espaciais.

As respostas obtidas asseguram que os discentes não conseguem se situar quanto sua localização espacial e isto por sua vez, é acentuado pelo posicionamento aparente do Sol. Após as intervenções às respostas corretas avançaram de 14,3 % para 33,3 %.

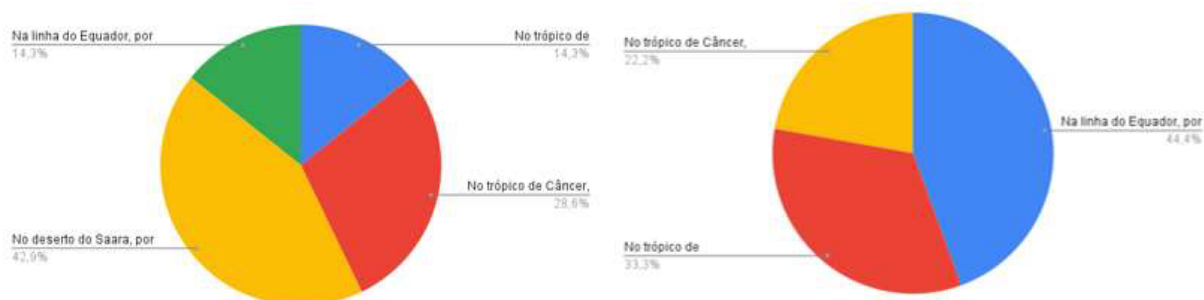


FIGURA 16: RESULTADO SOBRE A QUESTÃO 06, SENDO OS DADOS OBTIDOS ANTES E APÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO, RESPECTIVAMENTE.

Possivelmente os gráficos referentes a questão 7, expresso através da figura 17, representa a maior ascensão sobre os conceitos trabalhados neste produto. Os estudantes carregaram com a concepção de que as estações do ano estavam vinculadas às variações de temperaturas com a qual o planeta está sujeito. Destes,

70% defendiam esta hipótese. Porém, a sequência didática utilizada conseguiu transformar para 67,6% a resposta correta.



FIGURA 17: RESULTADO SOBRE A QUESTÃO 07, SENDO OS DADOS OBTIDOS ANTES E APÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO, RESPECTIVAMENTE.

A imagem a seguir representa a avaliação do entendimento sobre a ocorrência das estações do ano e como elas se relacionam com a esfericidade da Terra. A questão 8 conseguiu evidenciar que mais de 30 % dos entes envolvidos na pesquisa passaram reconhecer as diferenças entre os hemisférios, durante o movimento de translação terrestre.

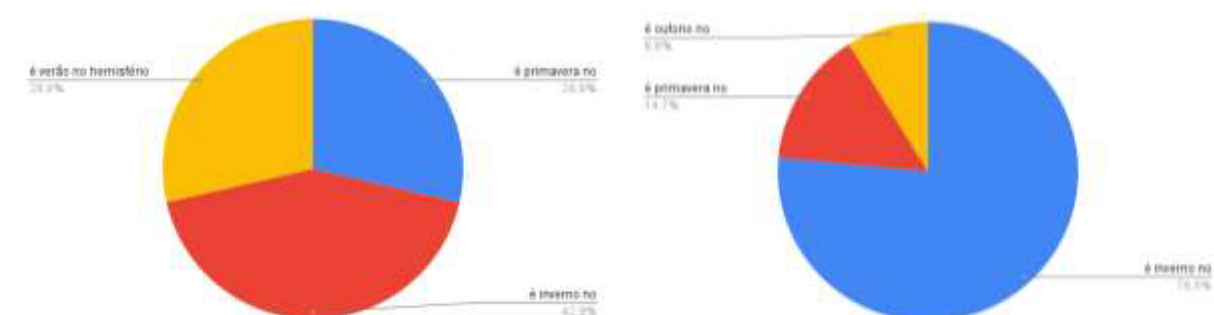


FIGURA 18: RESULTADO SOBRE A QUESTÃO 08, SENDO OS DADOS OBTIDOS ANTES E APÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO, RESPECTIVAMENTE.

Embora não tenham ocorrido muitas mudanças sobre a relação de proporcionalidade dos raios médios dos planetas com seus respectivos períodos de translação, o item 09 do questionário exposto na figura 19, há uma constatação sobre a extinção da ideia de que todos os planetas, independentemente das suas distâncias ao Sol, teriam o mesmo período de translação.

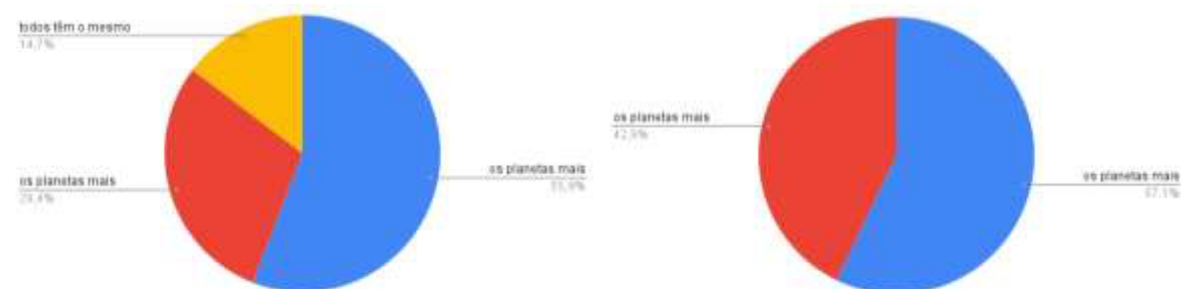


FIGURA 19: RESULTADO SOBRE A QUESTÃO 09, SENDO OS DADOS OBTIDOS ANTES E APÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO, RESPECTIVAMENTE.

Realizando a análise da última questão sugerida como avaliação do pré e pós teste, observamos que no momento anterior às práticas de sala de aula havia um montante de mais de 42% dos discentes que não conseguiam abstrair sobre o posicionamento da Terra durante seu movimento de translação. Feita as devidas aplicações, mais de 80% passaram a enxergar o real “alinhamento” entre Sol e Terra. Este fato pode ser constatado nos gráficos expressidos pela figura 20.



FIGURA 20: RESULTADO SOBRE A QUESTÃO 10, SENDO OS DADOS OBTIDOS ANTES E APÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO, RESPECTIVAMENTE.

Ao término das atividades propostas foi realizada uma pesquisa de satisfação sobre os processos adotados para formar a sequência didática através de uma pergunta de caráter subjetivo, onde os alunos ficariam livres para expor suas impressões.

Na tabela a seguir evidenciamos algumas das respostas, atribuídas pelos alunos, na íntegra. O propósito de investigar o grau de satisfação é importante para promover adequações às futuras aplicações do produto educacional.

TABELA 3: RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE GRAU DE SATISFAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

Qual sua sugestão para melhorar estas sequências de aulas?	
Aluno A	“Todas as aulas foram satisfatórias e bem dinâmicas”.

Aluno B	“Acho que está ótima dessa forma”.
Aluno C	“Mais aulas práticas”.
Aluno D	“Fazer mais aulas com “experimento””.
Aluno E	“Talvez a aplicação de questões direcionadas à olimpíadas como a OBA, a fim de preparar os alunos para esses eventos”.
Aluno F	“Trazer fotos do James Webb e sua importância para o entendimento do universo”.

Analisando as quatro primeiras respostas podemos observar claramente que a sequência de intervenções e recursos utilizados agradaram ao público. Mesmo as respostas dos alunos “C” e “D” é capaz de esclarecer a repercussão que a maquete motorizada foi capaz de trazer.

Examinando as respostas que configuram possíveis críticas e sugestões temos os Alunos “E” e “F”. Nestes casos podemos observar que são alunos mais inteirados com assuntos astronômicos e que gostariam de associar às aulas com acontecimentos que tem tomado proporções, veiculados pela mídia, e também para preparação para a Olimpíadas Brasileira de Astronomia. Porém, neste último caso, foge do propósito deste produto que não está associado diretamente ao treinamento para qualquer tipo de exame ou prova.

5.2 Considerações Finais

A partir dos resultados apresentados nos questionários, antes e após aplicação do produto educacional, podemos concluir que a utilização da sequência didática aqui estabelecida proporcionou grande colaboração para ressignificação sobre conceitos importantes no ensino de astronomia. Possivelmente os resultados não se tomaram mais expressivos pelo fato dos estudantes, em sua totalidade, não terem seguido os caminhos sugeridos, principalmente nos momentos que deveriam ser feitos em suas próprias residências, não sendo possível o acompanhamento do professor.

Ao término da sequência didática foi realizada uma pesquisa de satisfação a fim de conseguir estabelecer condições de melhoria para novos professores que se

propunham a desenvolver o produto aqui descrito. Foram feitas duas perguntas de caráter subjetivo

Fazendo uso de um olhar mais imparcial, listamos algumas sugestões sobre pontos que podem ser melhorados em novas aplicações ou sobre possibilidades de utilização do produto em outros momentos, durante o ensino básico.

- As esferas que representam os Planetas e o Sol podem ser pintadas antes para tornar o produto didaticamente mais atrativo. As cores a serem utilizadas podem variar de acordo com os planetas que se queiram trabalhar.
- O produto pode ser aplicado também por um professor de geografia como ferramenta para explicar sobre o movimento de translação da Terra e também sobre as estações do ano.
- Ao se estabelecer a data de aplicação do produto é sugerido que o planeta que esteja sendo visível seja usado para referenciar no experimento. Desta maneira tanto a programação quanto as distâncias ao Sol devem ser ajustadas.
- Uso de algum momento da sala de aula para realizar pesquisa sobre os raios médios dos planetas ao Sol e seus respectivos períodos. Desta maneira pode ser feita uma aplicação, junto com os alunos, das relações de proporcionalidade para obter os valores a serem usados, tanto de velocidade quanto de raio, no experimento.

Referências

ALBUQUERQUE, K. B; SANTOS, P. J. S e FERREIRA, G. K. (2015). Os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 2, p. 461-482, ago.

BACHELARD, G. (1977) O racionalismo aplicado. Rio de Janeiro, Zahar.

BECKER, Willyan Ronaldo; STRIEDER, Dulce Maria. O uso de simuladores no ensino de astronomia. ENCONTRO NACIONAL DE INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO, v. 2, p. 398.

Brasil. Ministério da educação. (2000). Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF.

BNCC. Base Nacional Comum Curricular. Disponível em <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>, 2016. Acesso em: 14, Abril 2021.

Brasil. Ministério da educação. (2000). Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF.

CANIATO, Rodolpho. O que é Astronomia. São Paulo: Brasiliense, 5ª edição, 1987.

COMPIANI, M.; CARNEIRO, Celso dal Ré. Os papéis didáticos das excursões geológicas. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, v. 1, n. 2, p. 90-98, 1993.

De Landsheere, G. (1979). Avaliação contínua e exames: noções de docimologia. Coimbra: Almedina.

Delizoicov, D. & Angotti, J. A. (1990). Física. São Paulo: Cortez.

DRUMMOND, Juliana M. Hidalgo F. et al. Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 1, p. 99-141, 2015.

HALLIDAY, D.; WALKER, J .; RESNICK R. Fundamentos de Física. 8. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2007

Horvath, J . E. (2008). O ABCD da Astronomia e Astrofísica. Editora Livraria da Física.

LANGHI, R. Educação em astronomia: Da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas e a necessidade de uma ação nacional. Caderno Brasileiro do Ensino de Física, v. 28, n. 02, p. 373-399, 2011.

LIBANEO, José Carlos. Tendências pedagógicas na prática escolar. Revista da Associação Nacional de Educação–ANDE, v. 3, p. 11-19, 1983.

PRANDO, Gabriela A.; BRETONES, Paulo S. A observação do movimento aparente de Marte em uma atividade com alunos do ensino médio. Atas IX Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, 2013.

SILVA, E. M. (s.d.). O Sistema Solar. Fonte: Planetário UFSC. Disponível em: <<https://planetario.ufsc.br/o-sistema-solar/>>. Acesso em: 30 de setembro de 2021.

SILVA, Tatiana da; BARROSO, Marta Feijó. Fenômenos astronômicos e ensino a distância: Produção e Avaliação de Materiais Didáticos. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Sociedade Brasileira de Física, p. 1-12, 2008.

TEZEL, C.E. Mars in the loop. Agosto 2012. [Online; acessado em Abril-2021]. Disponível em: <<http://apod.nasa.gov/apod/ap120809.html>>

APÊNDICE A – Questionário aplicado antes e após a sequência didática.

1. Uma constelação muito comum de ser vista do Brasil é o Cruzeiro do Sul, mas pessoas que se encontram no Canadá podem vê-lo:

- a) no mesmo horário.
- b) com algumas horas antes.
- c) com algumas horas depois.
- d) não conseguem enxergá-lo.

Resposta: D

2. Em 22 de Setembro, aproximadamente, o Sol oculta-se diretamente no oeste, como mostra a imagem abaixo. Considerando que estamos em Natal, onde aparentaria se ocultar duas semanas depois?



FIGURA 4: IMAGEM CRIADA PELO AUTOR ATRAVÉS DO SOFTWARE STELLARIUM (2021).

- a) mais para o sul.
- b) mais para o norte.
- c) no mesmo lugar.
- d) depende de onde se observa o fenômeno em Natal

Resposta: A

3. Sobre as estrelas visíveis a noite, responda:

- a) todas as noites vemos as mesmas estrelas nas mesmas posições.
- b) todas as noites vemos estrelas diferentes em posições diferentes.
- c) a cada noite vemos as estrelas sofrerem pequenas variações de lugares.
- d) não existe uma ordem no posicionamento das estrelas.

Resposta: C

4. Sobre os planetas que são vistos a olho nu, podemos afirmar que:

- a) Todas as noites podemos vê-los no céu em qualquer horário.
- b) Todas as noites podemos vê-los no céu no mesmo horário.
- c) O tempo que cada planeta aparece depende da época do ano.
- d) Não há movimento periódico e aparecem aleatoriamente.

Resposta: C

5. Suponha que a imagem abaixo foi tirada de uma certa cidade no extremo norte. Qual das imagens entre as alternativas representaria a visão de uma pessoa que está na mesma longitude, porém no extremo sul do planeta?



FIGURA 5: IMAGEM CRIADA PELO AUTOR ATRAVÉS DO SOFTWARE STELLARIUM (2021).



Resposta: D

6. Qual local, horário e mês uma vara fixa em uma superfície plana não formará sombra?

- a) No trópico de Câncer, por volta do meio-dia, setembro.
- b) No trópico de Capricórnio, por volta do meio-dia, em dezembro.
- c) No deserto do Saara, por volta do meio-dia, em qualquer mês.
- d) Na linha do Equador, por volta do meio-dia, em janeiro.

Resposta: B

7. Dentre as alternativas, marque aquela que explica melhor a existência de quatro estações do ano.

- a) Distância entre a Terra e o Sol.
- b) Distância entre a Terra e a Lua.
- c) Eixo de inclinação da Terra.
- d) variação da temperatura solar com o passar do ano.

Resposta: C

8. Quando é verão no hemisfério norte, podemos concluir que:

- a) é verão no hemisfério sul.
- b) é primavera no hemisfério sul.
- c) é outono no hemisfério sul.
- d) é inverno no hemisfério sul.

Resposta: D

9. Sobre o movimento de translação dos planetas do sistema solar, responda:

- a) todos têm o mesmo período.
- b) os planetas mais próximos ao Sol tem menor período.
- c) os planetas mais afastados do Sol tem menor período.

Resposta: B

10. (OBA - 2018) Abaixo está o tradicional modelo do globo terrestre representado em dois diferentes instantes do ano. Entre eles está o Sol (desenhado esquematicamente e fora de escala) e os “raios solares”.

Quantos meses são necessários para a Terra ir da posição da esquerda à da direita?

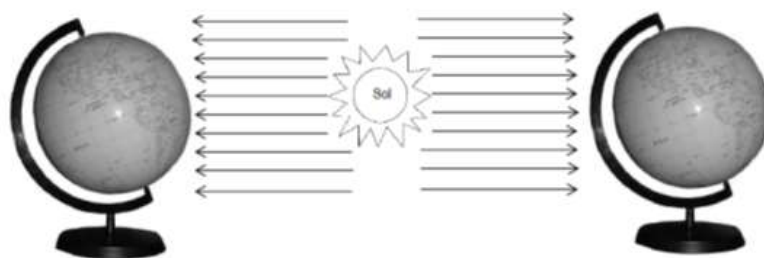


FIGURA 6: IMAGEM USADA COMO PARTE INTEGRANTE DA QUESTÃO

Escolha uma opção:

- a) 1 mês b) 1 dia
- c) 1 ano d) 6 meses

Resposta: D

APÊNDICE B – Produto Educacional

PRODUTO EDUCACIONAL

CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA COM A UTILIZAÇÃO DE UMA MAQUETE MOTORIZADA DO SISTEMA SOL-TERRA-MARTE CONTROLADA POR ARDUÍNO

THOBIAS GERMANO DA CUNHA

Produto Educacional apresentado em Dissertação de mestrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Calistrato Soares da Câmara Neto

Natal

2023

CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA COM A UTILIZAÇÃO DE UMA MAQUETE MOTORIZADA DO SISTEMA SOL-TERRA-MARTE CONTROLADA POR ARDUÍNO

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA COM A UTILIZAÇÃO DE UMA MAQUETE MOTORIZADA DO SISTEMA SOL-TERRA-MARTE CONTROLADA POR ARDUÍNO, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 10 – IFRN, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Calistrato Soares da Câmara Neto

Natal
2023

SUMÁRIO

Apresentação	4
Fundamentação Teórica.....	5
Desenvolvimento do Aparato Experimental.....	9
Considerações Finais	17
Referências.....	18
Apêndice C	19
Anexo A	27
Anexo B	30

Apresentação

O produto educacional deste estudo consiste em uma sequência didática desenvolvida para unir o caráter empírico da Astronomia, os aspectos da História e Filosofia da Ciência e a prática da experimentação através de uma maquete motorizada que constitui uma representação do sistema Sol-Terra-Marte.

A forma com a qual esta sequência didática foi elaborada possui como alicerce a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), surgindo de uma influência de Paulo Freire e que foram caracterizados por Delizoicov e Angotti (1990) nas seguintes etapas: Problematização inicial (PI), Organização do conhecimento (OC) e Aplicação do conhecimento (AP).

A aplicação de todas as fases através das intervenções e atividades sugeridas, estão descritas por meio dos planos de aulas inseridos como Apêndice C deste trabalho.

Fundamentação Teórica

Para os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) o ensino de ciências naturais e especialmente o ensino de física, em todas as etapas da educação básica, tem se concentrado em apresentação de conceitos, equações e leis de maneira desarticulada e não vinculada a vida do estudante, tornando-se vazios de significados (BRASIL, 2000). Nesta perspectiva nasce a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2016) com a finalidade de melhorar os índices da educação nacional, definindo um conjunto de aprendizagens essenciais. Ela estabelece competências e habilidades que os estudantes devem adquirir ao longo da educação e, através dos objetos de conhecimento, o ensino de astronomia surge no ensino fundamental

Na unidade temática Terra e Universo, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, particularmente das zonas habitadas pelo ser humano e demais seres vivos, bem como de observação dos principais fenômenos celestes. Além disso, ao salientar que a construção dos conhecimentos sobre a Terra e o céu se deu de diferentes formas em distintas culturas ao longo da história da humanidade, explora-se a riqueza envolvida nesses conhecimentos, o que permite, entre outras coisas, maior valorização de outras formas de conceber o mundo, como os conhecimentos próprios dos povos indígenas originários (BNCC, 2016, p. 328).

O Ensino Médio também ressalta a importância de tais conhecimentos, por meio de competências específicas de ciências da natureza, onde *“podem ser mobilizados conhecimentos conceituais relacionados a: [...] astronomia; evolução estelar; gravitação; mecânica newtoniana; previsão do tempo; história e filosofia da ciência; entre outros”* (BNCC, 2016, p. 556).

Neste quesito, durante o 2MP foi proposta uma atividade observacional, tendo em vista que elas sempre trazem consigo questionamentos que ocorrem quase de maneira natural. Sendo assim *impossível observar algo sem que se estabeleça alguma interpretação prévia ou sem que se crie algum nível de conhecimento, ainda que bastante elementar* (COMPIANI; CARNEIRO, 1993, p. 91). Neste contexto, será solicitado a observação de Saturno (planeta visível no período do ano com a qual a pesquisa foi realizada) por dois dias com espaçamento de duas semanas consecutivas. Para auxiliar sua localização será apresentado em sala o aplicativo Sky Maps (software que utiliza da bússola e GPS do aparelho telefônico para identificar o posicionamento de corpos celestes). Este aplicativo é capaz de mostrar as constelações visíveis a partir do posicionamento do aparelho celular e isto propicia

mais parâmetros de referência no céu para percepção do movimento dos planetas durante o intervalo de tempo proposto entre as observações. Essa atividade será registrada por meio de um desenho do horizonte, com referenciais terrestres e no céu, que os alunos devem entregar no encontro presencial em sala de aula.

Em um próximo encontro deve ser discutido os resultados encontrados. A fim de consolidar o entendimento sobre o movimento planetário, deve-se ser usado o Stellarium, que é um software de código aberto o qual permite a simulação de diversos fenômenos astronômicos, tornando possível deslumbrar os céus vistos por culturas diferentes e regiões diferentes do globo e também com uma escala de velocidade diferente do real (BECKER; STRIEDER). A finalidade é mostrar o posicionamento do planeta observado em escalas de tempos maiores, para acentuar o suposto movimento aparente.

Para sinalizar aos alunos que a ciência da natureza, embora dita uma ciência exata, também é sujeita as variações do contexto social, serão sugeridos dois textos para enfatizar que

[...] a perspectiva de problematização está articulada ao uso da História e Filosofia da Ciência no ensino de física, uma vez que se propicia a contextualização da origem, formulação e solução dos problemas mais relevantes que culminaram com a produção dos modelos e teorias, o que o potencial de explicar e explorar o significado histórico dos problemas juntos ao estudantes e, talvez por isso, permitir-lhes a apreensão das soluções dadas e o respectivo conhecimento produzido (DELIZOICOV, 2001, p. 6-7)

Com o objetivo de oferecer condições de saber da evolução dos modelos e interpretações que surgiram ao longo da história, serão trabalhados dois textos dos anexos A e B, intitulados “laçadas no céu” e “Heliocentrismo versus Geocentrismo”, respectivamente. Ambos são encontrados em: Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência (DRUMMOND, 2015, p.133-138).

Para encerrar o 2MP utilizamos experimento aqui desenvolvido, que propicia de forma lúdica o movimento simultâneo de translação da Terra e de Marte. Nele será possível enxergar em uma menor escala as velocidades proporcionais destes planetas e seus efeitos. Este instrumento didático favorece não só a percepção de um referencial heliocêntrico, mas também um conjunto de possibilidades de abordagens explorados durante toda sequência didática, aplicáveis no ensino fundamental anos finais e no ensino médio.

As velocidades adaptadas favorecem o esclarecimento sobre a lei dos períodos que fica restrita nos livros didáticos apenas em equações. Agora podemos inclusive cronometrar o tempo e definir suas implicações quanto ao movimento aparente visto nas observações.

A inclinação da Terra e os paralelos desenhados no globo permitem um fácil entendimento sobre aspectos como estações do ano, iluminação do globo e da percepção dos corpos celestes do céu.

A aplicação de um experimento automatizado como este produto, além de tudo, traz um modelo tridimensional que os livros didáticos e sistemas de ensino tem se demonstrado ineficientes. Esta é uma maneira muito satisfatória de consolidar a esfericidade da Terra e suas implicações.

De maneira geral, a fase de OC poderá ser sintetizada de acordo com o quadro abaixo, que considera a interação entre as partes, tanto de forma online via Google Sala de Aula (GSA), quanto em aulas híbridas com duração de 50 minutos cada.

TABELA 4: SÍNTESE DA FASE DE ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO, CORRESPONDENTE A SEGUNDA FASE DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS.

Atividade	Duração	Apuração
Presencial	1 aula	Discussão sobre impressões e curiosidades da PI.
Observação do céu	2 aulas	• Discussão sobre resultados encontrados nas observações. • Uso do Stellarium para propiciar uma visão em escala de tempo maior e generalizar o fenômeno do movimento planetário.
Leitura dos Textos “laçadas no céu” e “Heliocentrismo versus Geocentrismo”	2 aula	Discussão sobre interpretação do texto e seus contextos.

DRUMMOND, 2015, p.133 - 138)			
Apresentação do experimento	do	2 aulas	Aplicação do experimento para consolidar a compreensão das ressignificações de suas concepções do início do processo.

Segundo a tabela 2, a OC foi dividida em 4 estágios. Para cada um desses momentos foi atribuído o percentual de 25% do valor total da atividade. Logo, independente do grau de conhecimento que cada um estudante tem, todos serão pontuados de maneira igualitária, desde que sejam ativos e exponham seus saberes. Esse critério foi usado para garantir que os alunos participem ativamente de forma integral. Com essa sistemática também fica mais viável, ao docente que deseje reproduzir este trabalho, a adaptação aos valores disponíveis para pontuação em sua respectiva instituição.

Desenvolvimento do Aparato Experimental

Este momento será dedicado às instruções para confecção da maquete motorizada do sistema Sol-Terra-Marte. Seguimos com a listagem de materiais utilizados e logo após, o passo a passo a ser executado.

- 1 Arduíno (item 1).
- 2 Motores de Passo 28byj-48 5v + Driver Uln2003 P Arduíno (item 2).
- 1 conjunto de Cabo Vire Jumper 20cm 40 Fios Fêmea-macho (item 3).
- 1 conjunto de Cabo Wire Jumper 20cm 40 Fios Macho-macho (item 4).
- 3 Metros Correia Gt2 (item 5).
- 2 Polias Gt2 (item 6).
- 1 Conjunto de fixa fio (item 7).
- 1 Eletroduto Rígido PVC 32 mm (item 8).
- 1 Celular (item 9).
- 1 Barra Roscada 3/8 (item 10).
- 4 Arruelas 3/8 (item 11).
- 8 porcas 3/8 (item 12).
- 1 Rolo de fita isolante (item 13).
- 2 Rolamentos de bicicleta (item 14).
- 2 polias Gt2 - Feitas sobre medida (item 15).
- 1 Mini protoboard 25 pontos (item 16).
- 1 Bateria 9 V Rontek (item 17).
- 1 Clip para bateria 9 V com conector P4 centro positivo (item 18).
- 1 Vergalhão de Alumínio 1/4 (aproximadamente 70 cm) (item 19).
- 1 Suporte de celular (item 20).
- 1 Bolas de isopor oca 150 mm (item 21).
- 2 Bolas de isopor maciças (item 22).
- 1 Palito dental (item 23).
- 1 tábua para corte mista (item 24)
- 1 bloco de madeira (item 25).
- 1 cola instantânea (item 26).
- 4 parafusos (item 27).

Para iniciar o processo de montagem do aparato, devemos criar a base de sustentação do mesmo. Desta maneira, usamos o bloco de madeira para servir como suporte. Nele é realizado um furo cujo diâmetro seja suficiente para encaixe de uma das porcas. Este procedimento irá garantir que a Barra Roscada seja presa de forma perpendicular à madeira até que fique rígida. A imagem a seguir corresponde finalização da base da maquete, com a porca de já instalada, para receber o eixo de sustentação.



FIGURA 1: IMAGEM DA BASE DO EXPERIMENTO GERADA PELO PRÓPRIO AUTOR (2021).

A tábua para corte (reduzida ao meio afim de reduzir a massa total do experimento) será usada como suporte para o Arduino e seus componentes. Nela será realizado um furo no seu centro com diâmetro do Barra, e um outro para passar o eixo de rotação do motor de passo que será posicionado para baixo (não há recomendação de distância que o motor deve ser instalado, pois a correia usada para transmitir seu movimento pode ser ajustada conforme necessário), sendo responsável pela rotação do globo correspondente a Marte. Para fixá-la de forma que fique em equilíbrio, serão usados duas porcas e duas arruelas, que serão presas na parte superior e inferior. A figura 5 há o registro da instalação da barra roscada à base, motor de passo, engrenagem e correia.

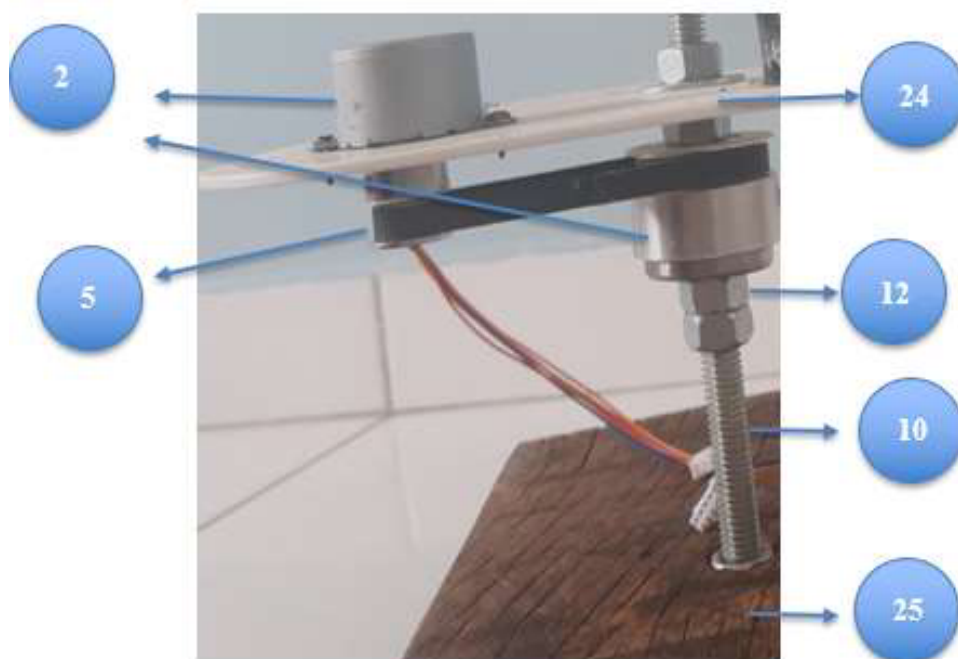


FIGURA 2: IMAGEM DA ESTRUTURA DE SUPORTE AO ARDUÍNO FIXA NA BARRA ROSCADA. IMAGEM GERADA PELO AUTOR (2021)

Para garantir que os motores possibilitem a devida rotação aos eixos que transmitem o movimento de translação aos globos (Terra e Marte), foram fabricados sobre encomenda, duas polias específicas ao produto educacional, similares as polias Gt2, porém de maior escala. Estas devem ter dimensões suficientes para revestir os rolamentos (que ficaram inseridos dentro das polias), pois eles que produzirão um movimento com baixo atrito. Estas polias específicas também devem conter um furo de $\frac{1}{4}$ em sua lateral, logo abaixo da parte dentada, para suportar o vergalhão de alumínio, conforme a figura 6.



FIGURA 3: POLIA PRODUZIDA COM O ROLAMENTO DE BICICLETA ANEXADO NO SEU INTERIOR. IMAGEM GERADA PELO AUTOR (2021).

Antes de fazer a fixação do segundo motor, devemos usar o eletroduto para criar um suporte de sustentação do motor que será instalado na parte superior. Este suporte terá finalidade de elevar o motor do suporte (tábua) para evitar colisões entre o vergalhão e os dispositivos do Arduino. Para sua criação deve ser feito cortes na parte superior do eletroduto para encaixe do motor e na parte inferior para estabelecimento à tábua, conforme a sequência abaixo.



FIGURA 4: SUPORTE DO MOTOR DE PASSO SUPERIOR.
IMAGEM GERADA PELO AUTOR (2021).

O motor deve ser fixado na tábua com as polias menores previamente instaladas. Isto facilitará o posicionamento das polias maiores no varão, pois os dentes de ambas devem se encontrar no mesmo plano. Ao nivelar a altura das polias, usamos a fita isolante para encaixe das polias fabricadas. Isto impedirá um deslocamento vertical.

Com os motores e polias fixados, é realizado a medição com a própria correia dentada para fazer seu corte e colagem. É recomendado realizar um corte conforme a imagem abaixo, para garantir uma maior superfície de contato da cola. Ao efetuar a colagem da correia, deve se tomar cuidado com o excesso de cola para não vazar na parte onde se encontram os dentes, pois são eles que transmitem todo o movimento. Para evitar o transbordamento de cola foi usado um palito dental para passar a cola somente onde se deseja que ocorra a aderência.



FIGURA 5: SEQUÊNCIA CONTENDO O CORTE RECOMENDADO A SER FEITO NA CORREIA E SUA INSTALAÇÃO CONECTANDO AS POLIAS.

IMAGEM GERADA PELO AUTOR (2021).

Neste momento posicionamos o Arduíno Uno na tábua, ligamos os fios dos motores aos Driver's que os acompanham. Para ligação entre os Drives's ao Arduíno temos:

Motor Superior:

Com os J umper's Fêmea-macho conectamos o Driver nas especificações IN1, IN2, IN3 e IN4, respectivamente nas portas 7, 6, 5 e 4 do próprio Arduíno.

Motor Inferior:

Com os J umper's Fêmea-macho conectamos o Driver nas especificações IN1, IN2, IN3 e IN4, respectivamente nas portas 11, 10, 9 e 8 do próprio Arduíno.

Ambos motores devem ser ligados com J umper's Fêmea-macho do Driver à Protoboard, que possui cada em coluna 5 pontos interligadas. Elegemos duas colunas quaisquer para conectar os polos positivos e negativos, respectivamente. Este procedimento é válido para ambos motores e garantem que recebam devidamente a corrente elétrica enviada pelo Arduíno. Para facilitar a identificação dos cabos, recomenda-se o uso da coloração vermelha para o polo positivo e marrom para o negativo.

Para fornecer os comandos aos motores, ligamos um Jumper Macho-macho na porta 5 v do Arduino à coluna da Protoboard que estão os cabos do polo positivo dos motores e, para a coluna que se concentram os cabos do polo negativo ligamos na porta GND do Arduino. O Arduino, por sua vez, receberá energia de uma bateria de 9 V Rontek, que está presa ao suporte por meio de um lacre, e conectada ao dispositivo via um Clip para bateria 9 V com conector P4.

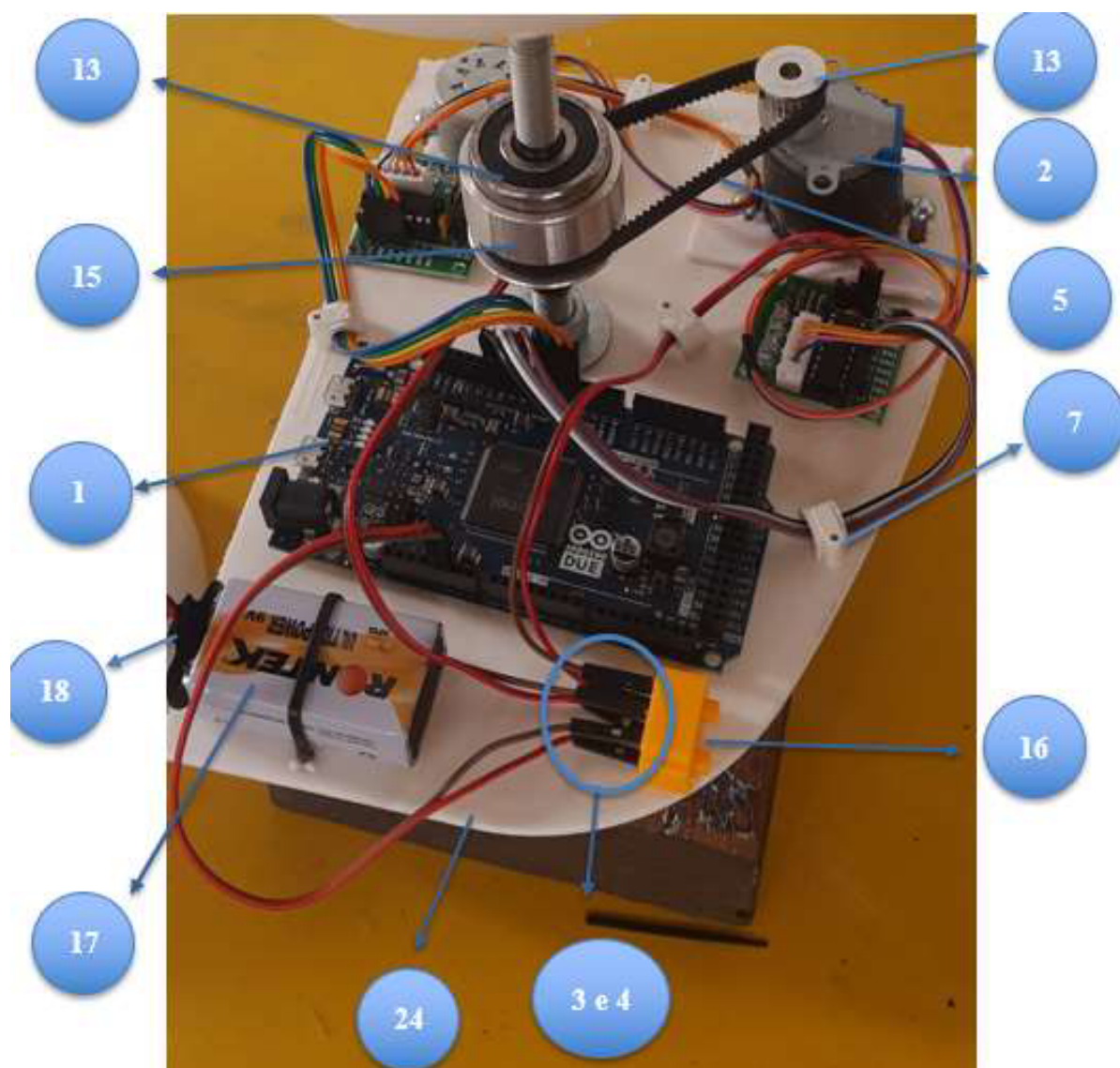


FIGURA 6: LIGAÇÃO ENTRE OS JUMPER'S, DRIVER'S, MOTORES, ARDUÍNO E BATERIA.
IMAGEM GERADA PELO AUTOR.

Para programação, foi considerado a aplicação da Lei dos Períodos de Kepler. Desta forma, o período de translação do globo que representa Marte deve se,

aproximadamente, 1,8 vezes aquele proposto para a Terra. Este efeito pode ser garantido tal programação é definida por:

```

*/

#include <Stepper.h>

const int stepsPerRevolution = 500;

//Inicializar a biblioteca nas portas de 4 a 7 e 8 a 11 para ligacao do Motor

Stepper myStepper1(stepsPerRevolution, 4,6,5,7);
Stepper myStepper2(stepsPerRevolution, 8,10,9,11);

void setup()
{
  //Aqui é possivel determinar a velocidade de cada Motor!
  myStepper1.setSpeed(100);
  myStepper2.setSpeed(80);
}

void loop()
{
  myStepper1.step(5);
  myStepper2.step(-5);
}

```

Finalizando a montagem mecânica do experimento, devemos cortar o vergalhão de alumínio com os comprimentos proporcionais ao raio médio dos planetas. Afim de construir um aparato de tamanho equilibrado, que proporcione o transporte entre turmas com as quais se deseja aplicar o produto, mas também que não fuja de escala, foi consultado os dados reais fornecidos pela Universidade Federal de Santa Catarina (Disponível em: <<https://planetario.ufsc.br/o-sistema-solar/>>).

Acesso em: 30, set. 2021). Os valores encontrados e adaptados foram descritos na tabela seguinte.

TABELA 2: VALORES DAS DISTÂNCIAS REAIS E DISTÂNCIAS USADAS NO EXPERIMENTO.

Distância média dos planetas ao Sol		
Terra	149.600.000 km	20 cm
Marte	227.940.000	30 cm

Acrescenta-se o vergalhão de 20 cm no orifício da polia superior e o de 30 cm na polia inferior. Anexamos as bolas de isopor maciças de 60 mm (Terra) e 30 mm (Marte). Para compor o Sol foi usado uma esfera de isopor oca de 150 mm. Para nossa estrela, a casca esférica inferior é furada no centro e presa com auxílio de porcas e arruelas. Dentro da casca, presa a barra de roscada é anexado o suporte de celular que irá simular o observador neste referencial ou que fará o papel da fonte de luz proveniente do Sol. Com isto, chegamos a conclusão da parte experimental do produto desejado, evidenciado via imagem abaixo.

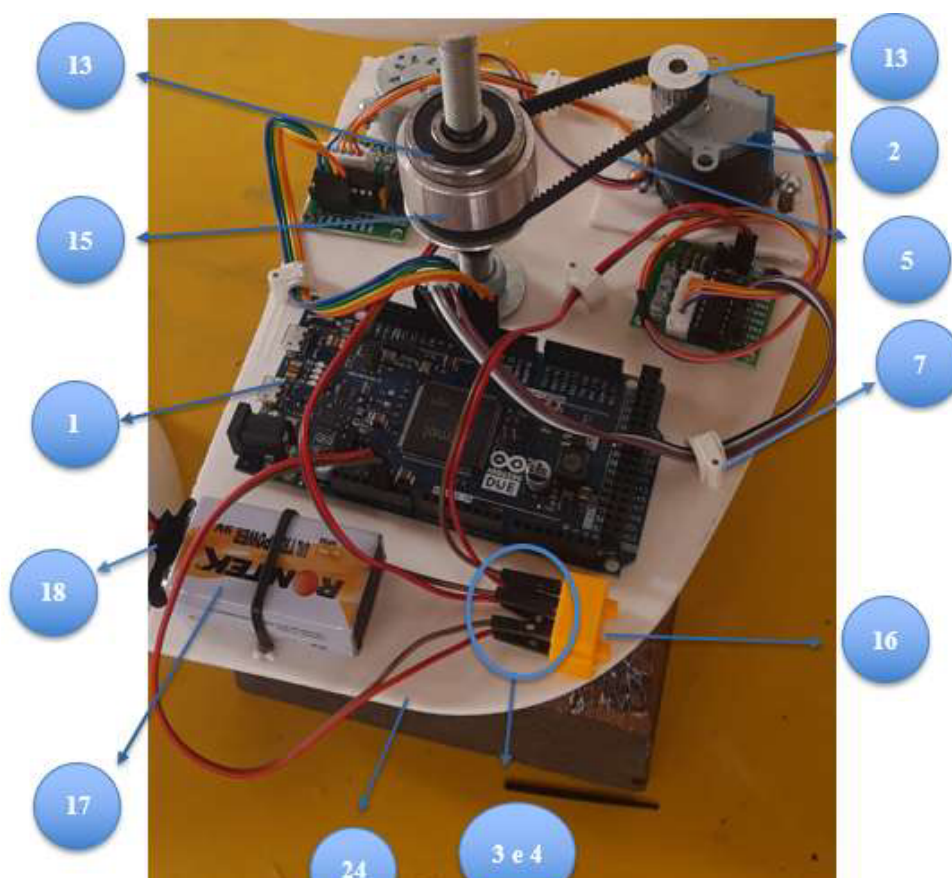


FIGURA 7: REGISTRO DO EXPERIMENTO FINALIZADO. IMAGEM GERADA PELO AUTOR (2021).

Considerações Finais

A aplicação deste produto educacional nos permitiu constatar que o uso da experimentação incorporado a sequência de aulas como essas sugeridas, configuram um importante recurso metodológico que qualifica o trabalho docente na componente curricular de Física (Ensino Médio) e Ciências (Ensino Fundamental).

Entendemos que há variações de públicos e acreditamos que este trabalho permite flexibilidade em adequações aos contextos dos colegas professores que assim desejarem reproduzi-lo.

Referências

BECKER, Willyan Ronaldo; STRIEDER, Dulce Maria. O uso de simuladores no ensino de astronomia. ENCONTRO NACIONAL DE INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO, v. 2, p. 398.

Brasil. Ministério da educação. (2000). Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF.

BNCC. Base Nacional Comum Curricular. Disponível em <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>, 2016. Acesso em: 14, Abril 2021.

Brasil. Ministério da educação. (2000). Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF.

COMPIANI, M.; CARNEIRO, Celso dal Ré. Os papéis didáticos das excursões geológicas. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, v. 1, n. 2, p. 90-98, 1993.

De Landsheere, G. (1979). Avaliação contínua e exames: noções de docimologia. Coimbra: Almedina.

Delizoicov, D. & Angotti, J . A. (1990). Física. São Paulo: Cortez.

DRUMMOND, J uliana M. Hidalgo F. et al. Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 1, p. 99-141, 2015.

Apêndice C – Planos De Aulas

Professor: Thobias Germano da Cunha.

Componente Curricular: Ciências.

Tempo de Aula: 1h

Data: 01/08/2022

PLANO DE AULA

NATAL/RN
2022

TEMA: Astronomia

ASSUNTO: Esta aula será usada para haver uma avaliação diagnóstica dos conhecimentos dos alunos sobre conceitos relativos ao ensino de Astronomia.

Objetivos Gerais: Investigar nível de conhecimento científico incorporado pelos estudantes.

Objetivos Específicos: Discussão sobre as respostas apontadas pelos estudantes referentes ao questionário (Apêndice A).

Público Alvo: Esta aula foi direcionada para estudantes do 9º ano do ensino fundamental.

Procedimentos Metodológicos:

- Compartilhamento, entre os alunos, dos registros realizados pelos mesmos, referentes ao planeta Saturno.
- Discussão sobre pontos em comum a partir dos resultados encontrados.

Materiais Utilizados:

- Notebook.
- Projetor.
- Celular.
- Globo terrestre didático.
- Aplicativo Sky Maps.
- Software Stellarium.

Avaliação: Como instrumento de avaliação será considerado o envolvimento dos alunos durante a discussão em sala de aula.

Atividade de Casa: Será solicitado que os estudantes, com auxílio do aplicativo Sky Maps, façam observação do céu noturno de suas próprias residências e localizem o planeta Saturno, desenhando um esboço através dos referenciais terrestres e constelações. Este registro deve ocorrer duas vezes, com espaçamento de duas semanas entre eles. Foi sugerido que fossem realizados em 01 e 15 de Agosto.

Professor: Thobias Germano da Cunha.

Componente Curricular: Ciências.

Tempo de Aula: 2h

Data: 22/08/2022

PLANO DE AULA

NATAL/RN

2022

TEMA: Astronomia

ASSUNTO: Proporcionar ao estudante um conhecimento sólido e lógico sobre a configuração dos corpos celestes, bem como sobre os movimentos da Terra e sua esfericidade.

Objetivos Gerais: Discutir sobre as observações realizadas pelos estudantes, através da proposta do primeiro encontro.

Objetivos Específicos: Encontrar um padrão de repetição entre as observações e generalizar os resultados.

Público Alvo: Esta aula foi direcionada para estudantes do 9º ano do ensino fundamental.

Procedimentos Metodológicos:

- Uso do software Stellarium com finalidade de mostrar a configuração do céu de Natal-RN nos dias observados, bem como de outras regiões geográficas e mostrar a variedade de constelações entre culturas distintas, para reforçar sobre as diversas interpretações do céu.
- Uso do globo terrestre para auxiliar nas explicações sobre as implicações da tridimensionalidade nos fenômenos astronômicos.

Materiais Utilizados:

- Notebook.
- Projetor.
- Globo terrestre didático.
- Simulador Stellarium.

Avaliação: Como instrumento de avaliação será considerado o envolvimento dos alunos durante a discussão em sala de aula e os registros realizados a partir das observações em casa.

Atividade de Casa: Leitura dos textos “Laçadas no Céu” (Anexo A) e “Heliocentrismo versus Geocentrismo” (Anexo B).

Professor: Thobias Germano da Cunha.

Componente Curricular: Ciências.

Tempo de Aula: 2h

Data: 29/08/2022

PLANO DE AULA

NATAL/RN

2022

TEMA: Astronomia.

ASSUNTO: Contexto histórico na construção de modelos de Universo.

Objetivos Gerais: Discutir sobre as impressões causadas pelos textos indicados na no segundo encontro.

Objetivos Específicos: Evidenciar a capacidade de evolução de modelos de Universos antigos e sua correlação com a sociedade na qual estão inseridos.

Público Alvo: Esta aula foi direcionada para estudantes do 9º ano do ensino fundamental.

Procedimentos Metodológicos:

- Divisão de dois grandes grupos para representar cada um dos modelos Universos antigos (Heliocentrismo e Geocentrismo).
- Uso de slides e animações para falar da linha do tempo e da evolução dos modelos de Universos antigos.

Materiais Utilizados:

- Notebook.
- Projetor.

Avaliação: Como instrumento de avaliação será considerado o envolvimento dos alunos durante a discussão em sala de aula.

Professor: Thobias Germano da Cunha.

Componente Curricular: Ciências.

Tempo de Aula: 2h

Data: 05/09/2022

PLANO DE AULA

NATAL/RN

2022

TEMA: Astronomia.

ASSUNTO: Movimento de translação da Terra, esfericidade do planeta, leis de Kepler e estações do ano.

Objetivos Gerais: Identificar a importância de referências diferentes no estudo dos fenômenos relativos ao Sistema Solar.

Objetivos Específicos: Identificar a influência do eixo, da forma e dos movimentos da Terra na percepção dos corpos celestes.

Público Alvo: Esta aula foi direcionada para estudantes do 9º ano do ensino fundamental.

Procedimentos Metodológicos:

- Uso da maquete motorizada para consolidar conceitos trabalhados durante os três encontros anteriores.
- Uso de um boneco de pequeno porte para mostrar possíveis percepções existentes nos hemisférios norte e sul.
- Problemática através de perguntas que são realizadas conforme ocorre a movimentação da maquete.
- Uso da lanterna do celular para simular a energia radiante oriunda do Sol.

Materiais Utilizados:

- Celular.
- Experimento (maquete motorizada do sistema Sol-Terra-Marte controlada por Arduino).
- Boneco de pequeno porte.

Avaliação: Como instrumento de avaliação será considerado o envolvimento dos alunos durante a discussão em sala de aula e a conclusão do questionário final.

Anexo A – Laçadas No Céu

Há muito tempo atrás, na Antiguidade, pensadores gregos propunham explicações para fenômenos da natureza. As explicações podiam ser distintas e até mesmo a forma de produzir conhecimento podia variar de acordo com a corrente filosófica da qual participavam. Alguns diziam que os sentidos não eram confiáveis, produzindo impressões falsas. Apenas a razão seria confiável para refletir sobre fenômenos como movimento, som e luz. Outros diziam que podiam confiar nas evidências sensoriais, como no que ouviam e viam, por exemplo.

Fizeram longas observações do céu, registrando as posições das estrelas pacientemente noite após noite. Perceberam, então, estrelas que ficavam fixas, formando desenhos permanentes no céu. Algumas outras estrelas mudavam de posição ao longo do ano, como se vagassem em meio aos desenhos. Chamaram essas outras estrelas de “planetas”, o que significa “errante”. Esse movimento visto

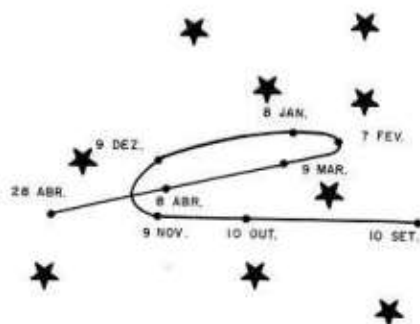


Fig. 1 - Registro do movimento de Marte.

da Terra podia ser mesmo muito estranho. Quem observa ao longo do ano os movimentos de alguns planetas nota que eles parecem fazer “laçadas no céu”. Podemos ver abaixo esse tipo de movimento para Marte. Ele faz o que na Antiguidade chamaram de “retrogradação”, isto é, vai e depois volta.

Observar esse movimento tão estranho dos planetas podia ser um problema para certos pensadores dependendo do contexto cultural do qual participavam. Alguns consideravam que os astros eram perfeitos e deveriam ter movimentos perfeitos, ou seja, circulares. Isso porque, para eles, o círculo era a forma perfeita, sem início, nem fim. Até hoje, essa ideia está presente quando usamos alianças de casamento que simbolizam o amor sem fim.

Voltando àqueles pensadores... para eles, então, os planetas não poderiam ter movimentos esquisitos como laçadas, embora fosse isso o que viam da Terra.

O que fazer então? Essa parece ser a pergunta que fizeram e deve ter sido mesmo muito complicado enfrentá-la.

Propuseram vários tipos de modelos para tentar conciliar seus pressupostos teóricos (planetas devem percorrer círculos) ao que pareciam observar (planetas fazem laçadas no céu).

Uma das soluções encontradas foi usar uma composição de círculos que, em conjunto, “produziam” as laçadas e explicavam o movimento de cada planeta visto da Terra.

Essa ideia estava presente no sistema Geocêntrico proposto pelo filósofo grego Aristóteles no século IV a.C. O nome “Geocêntrico” indicava que os corpos celestes giravam em torno da Terra.

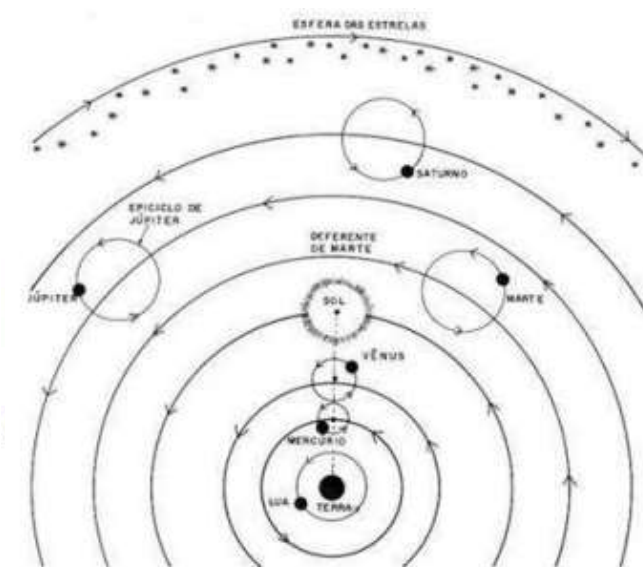


Fig. 3 - Ilustração de sistema Geocêntrico.

como “modelo aristotélico-ptolomaico”.

Nesse modelo, a Terra ficava parada no centro do mundo. Em sequência vinham Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno movendo-se ao seu redor. Depois de tudo vinha o firmamento, onde as estrelas estavam fixas.

O Sol e a Lua descreviam círculos em torno da Terra. Para explicar o movimento dos outros planetas, que davam laçadas, era preciso usar uma composição de círculos, e, dessa forma, epíscios e deferentes formavam um modelo sofisticado.

Só uma correção antes de continuarmos.... Também para dar conta de forma mais precisa dos movimentos observados, esse modelo tinha algumas outras sofisticações. A Terra não estava exatamente no centro, mas sim meio deslocada.

Esse sistema Geocêntrico foi bem aceito. Ganhou modificações importantes desde a época de Aristóteles, já que os astrônomos buscavam uma descrição ainda mais precisa dos movimentos dos corpos celestes.

Entre esses astrônomos, Cláudio Ptolomeu, no século II (já depois de Cristo) foi um dos mais importantes. Assim, o “modelo aristotélico” passou a ser conhecido

Assim, o sistema elaborado não deveria ser chamado de Geocêntrico. Era Geostático, já que a Terra estava parada, mas não Geocêntrico.

No entanto, é como Geocêntrico que costumamos conhecê-lo, não é? Então, vamos dizer Geocêntrico, mas lembrando que isso é algo aproximado.

Esse tipo de sistema era relacionado à Física que havia sido proposta por Aristóteles vários séculos antes. Ou melhor, às duas Físicas estabelecidas por ele.

Da Lua para cima, isto é, no “mundo supralunar”, nada mudava. Tudo era permanente, perfeito e formado pelo éter, o elemento imutável. Nesse mundo, os corpos tinham movimentos circulares naturais. Havia uma Física com características próprias para esse mundo.

Havia uma outra Física para o chamado “mundo sublunar”, isto é, para o que estava da Terra até a Lua. Nesse mundo tudo era formado por apenas quatro elementos: fogo, terra, ar e água. Esse era o lugar das mudanças, onde as coisas nasciam, cresciam, morriam, eram modificadas.

Nesse mundo, os corpos chamados “graves” (como uma pedra, uma caneta, etc.) caíam para a Terra porque eles buscavam seu lugar natural. Tentavam retornar ao centro do universo, onde estava a Terra. Esses corpos tinham a propriedade de Gravidade.

A Terra ficava parada no centro. Aristóteles dizia, por exemplo, que quando jogamos uma pedra do alto de uma torre ela cai no pé da torre justamente porque a Terra está parada. Afinal, se o chão se movesse, a torre seguiria com o chão... e a pedra que havia ficado no ar cairia afastada do pé da torre. Como isso não ocorria, a Terra devia estar parada.

Então, resumindo, o mundo era Geocêntrico, isto é, com a Terra (aproximadamente) no centro e parada. Os corpos caíam para baixo porque possuíam Gravidade.

Esse modelo Geocêntrico aristotélico-ptolomaico e toda a Física relacionada a ele eram bem aceitos quando os portugueses chegaram ao Brasil, em 1500.

Mas... o que será que aconteceu depois? Será que aceitamos esse modelo hoje? E a Física... existem duas? É assim ou mudou?

Anexo B – “Heliocentrismo Versus Geocentrismo”

No texto passado vimos que, no século IV a. C., o filósofo Aristóteles chamava de “graves” os corpos que caíam quando eram soltos no ar. Eles caíam porque buscavam o centro do universo. Então, como os corpos caíam para a Terra, Aristóteles concluiu que ela estava no centro do universo.

A “queda dos corpos graves” era, então, um argumento a favor do geocentrismo. Era importante para o sistema aristotélico-ptolomaico que, no texto passado, dissemos que era o mais aceito no início do século XVI, quando os portugueses chegaram ao Brasil.

E foi justamente nessa época que o pensador Nicolau Copérnico propôs um sistema de mundo Heliocêntrico, isto é, com o Sol no centro do universo. Copérnico utilizou dados muito precisos. Não se baseou em novas informações da astronomia, muito menos no uso do telescópio, que só surgiu bem depois de sua morte...

A motivação de Copérnico era pensar que se o Sol era “fonte da vida” deveria ficar

no centro. Em seguida, viriam Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno. Manteve os planetas em órbitas circulares, seguindo o mesmo ideal de perfeição da Antiguidade. A fim de dar conta do que se observava, precisou manter também a composição de círculos, recorrendo a epiciclos e deferentes. Assim, a ilustração trazida na Figura 2 é uma simplificação. Ela não mostra toda a complexidade do sistema de Copérnico, que tinha recursos semelhantes aos de Ptolomeu.

Copérnico morreu no mesmo ano em que suas ideias foram publicadas, e várias questões foram surgindo... Como explicar a queda dos corpos? Se para Aristóteles eles caíam porque buscavam o centro do universo onde estava a Terra... e quando se propunha tirar a Terra do centro, colocando o Sol nesse lugar? Por que os corpos caíam para a Terra e não para o Sol?

Explicar a “queda dos corpos” tornou-se um problema para quem defendia o heliocentrismo. Aliás, quem gostou do sistema de Copérnico tinha que lidar ainda com muitos outros problemas. Um deles era o “argumento da torre”.



Fig. 1 – Nicolau Copérnico.

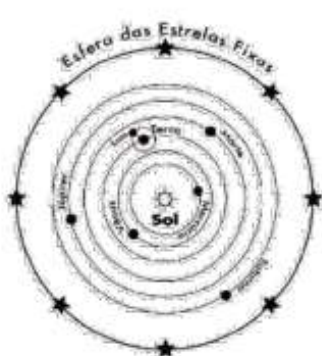


Fig. 2 - Ilustração de sistema Heliocêntrico.

Como dissemos no texto passado para o filósofo Aristóteles, quando uma pedra caía do alto de uma torre, ela caía no pé da torre justamente porque a Terra estava parada.

Esse argumento chamado de "argumento da torre" era usado, então, para mostrar que a Terra estava parada. Foi repetido, repetido... e continuava com força total lá no século

XVI quando o sistema Heliocêntrico surgiu dizendo que a Terra estava em movimento. Então, quem aceitava o novo sistema precisava derrubar esse argumento.

Quem resolveu esse problema? Galileu Galilei era adepto do sistema de Copérnico e resolveu colaborar para a solução desse problema. Precisou de ajuda de muito pensadores... Sem as ideias do próprio Aristóteles, de muitos pesquisadores da Idade Média e de seus contemporâneos, ele possivelmente não chegaria a lugar algum. Ciência não se faz sozinho, nem de uma hora para outra.

Foi, então, com muito estudo do que outros haviam dito que Galileu concluiu que a pedra cairia no pé da torre em qualquer situação: tanto se a Terra estivesse parada ou em movimento. Para convencer as pessoas sobre isso, ele lembrou o seguinte: se estamos na cabine fechada de um navio gotas d'água pingam dentro de um vaso da mesma forma quer o barco esteja em movimento ou parado. Ele citou muitos fenômenos para mostrar que qualquer coisa que ocorra na cabine não nos permite dizer se o navio está ou não em movimento.

O recado de Galileu era o seguinte: o "argumento da torre" não mostra que a Terra está parada; era possível sim aceitar o sistema Heliocêntrico, no qual a Terra estava em movimento. Como da para perceber havia, então, na época de Galileu uma briga feia entre copernicanos (heliocentristas) e aristotélicos (geocentristas). O que estava sendo observado pela astronomia podia até ajudar quem preferia o sistema Heliocêntrico...

No texto passado, vimos que Aristóteles dividia o mundo em sublunar, onde tudo era imperfeito e mudava, e supralunar, onde tudo era perfeito e constante. Mas, a astronomia dos séculos XVI e XVII parecia sugerir que isso não era bem assim.

Vamos a dois exemplos importantes que sugeriam mudanças e imperfeições também no mundo supralunar. Dentre muitas outras contribuições suas importantes, o astrônomo Tycho Brahe realizou observações a olho nu e notou que estrelas mudavam. Podiam nascer e morrer. Com o telescópio, Galileu obteve imagens que interpretou como crateras e montanhas na Lua e manchas no Sol. Mas nem todo mundo aceitava o uso do telescópio e havia motivo para isso. Nem se sabia muito bem como ele funcionava. Quem sabe o instrumento moderno não estava criando deformações que não existiam? Essa hipótese foi mesmo cogitada na época.

De qualquer forma, o que Galileu e Brahe diziam abalava o que então era aceito: talvez o mundo supralunar não fosse tão perfeito nem tão constante quanto Aristóteles pensava.

O sistema Heliocêntrico podia acabar com a diferença entre sublunar e supralunar. Isso criaria um problemão para a Ciência da época: o que fazer com as duas Físicas que existiam? Lembrando o que vimos no texto passado, havia, então, uma Física para o mundo sublunar e outra para o supralunar...

Dissertação Final - Thobias Germano-assinada.pdf

Documento número db497a01-8304-4668-a9c6-2bc4c806f011



Assinaturas



João Rodrigo Souza Leão
Assinou

Pontos de autenticação:

Assinatura na tela

IP: 191.6.255.80 / Geolocalização: -16.451100, -39.061000

Dispositivo: Mozilla/5.0 (X11; Ubuntu; Linux x86_64; rv:109.0)

Gecko/20100101 Firefox/111.0

Data e hora: 18 Abril 2023, 01:03:49

E-mail: jrsleao@gmail.com

Telefone: + 5584996890160

Token: feaed168-****-****-****-2493c223deb0

Assinatura de João Rodrigo Souza Leão



Hash do documento original (SHA256):

4cadf2afad1f5d3e06df12756f6f54541fe99ec8cdb2eb7f1541ceb674f51f80

Verificador de Autenticidade:

<https://app.zapsign.com.br/verificar/autenticidade?doc=db497a01-8304-4668-a9c6-2bc4c806f011>

Integridade do documento certificada digitalmente pela ZapSign (ICP-Brasil):

<https://zapsign.com.br/validacao-documento/>



Este Log é exclusivo ao, e deve ser considerado parte do, documento número db497a01-8304-4668-a9c6-2bc4c806f011, de acordo com os Termos de Uso da ZapSign disponível em zapsign.com.br

