



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

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

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

SUMÁRIO

Apresentação	5
Fundamentação Teórica	6
Desenvolvimento do Aparato Experimental.....	10
Considerações Finais	18
Referências.....	19
Apêndice C	20
Anexo A	28
Anexo B	31

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.

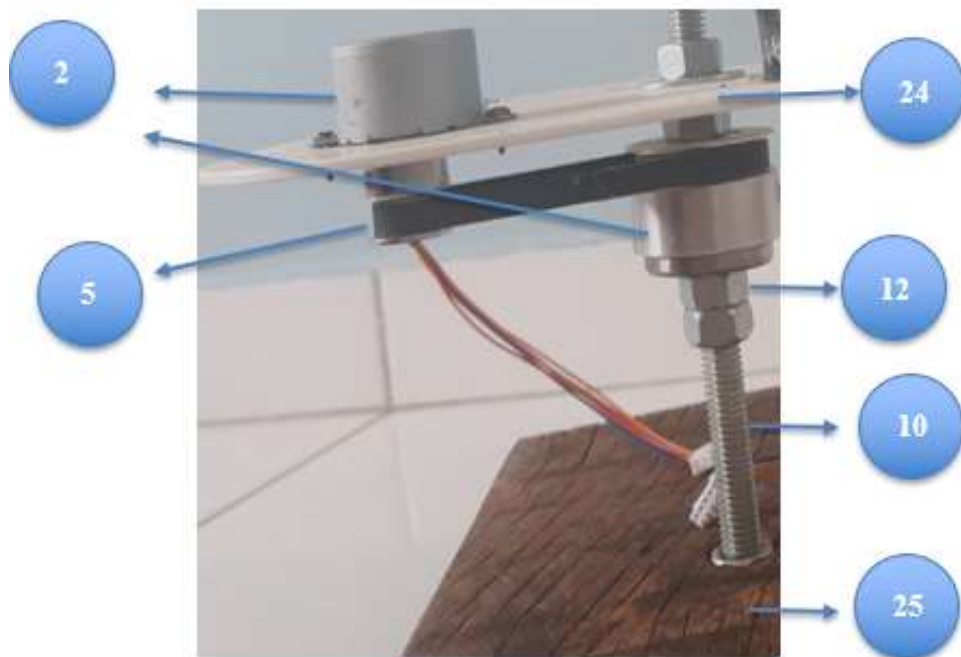


FIGURA 2: IMAGEM DA ESTRUTURA DE SUPORTE AO ARDUÍNO FIXA NA BARRA ROSCADA. IMAGEM GERADA PELO AUTOR (2021)

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 Jumper'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 Jumper'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 Jumper'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.

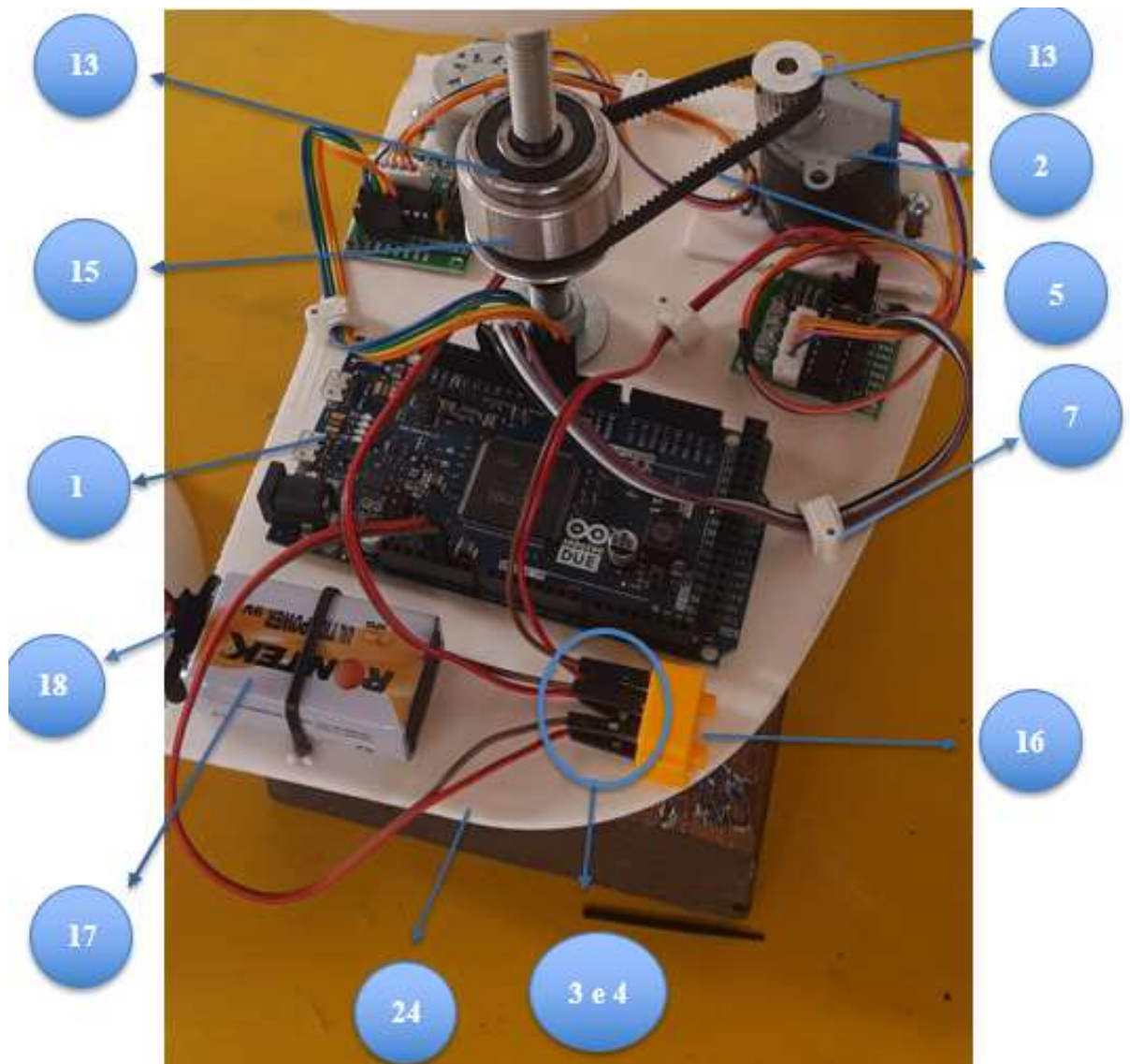


FIGURA 6: LIGAÇÃO ENTRE OS JUMPER'S, DRIVER'S, MOTORES, ARDUÍNO E BATERIA.

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.

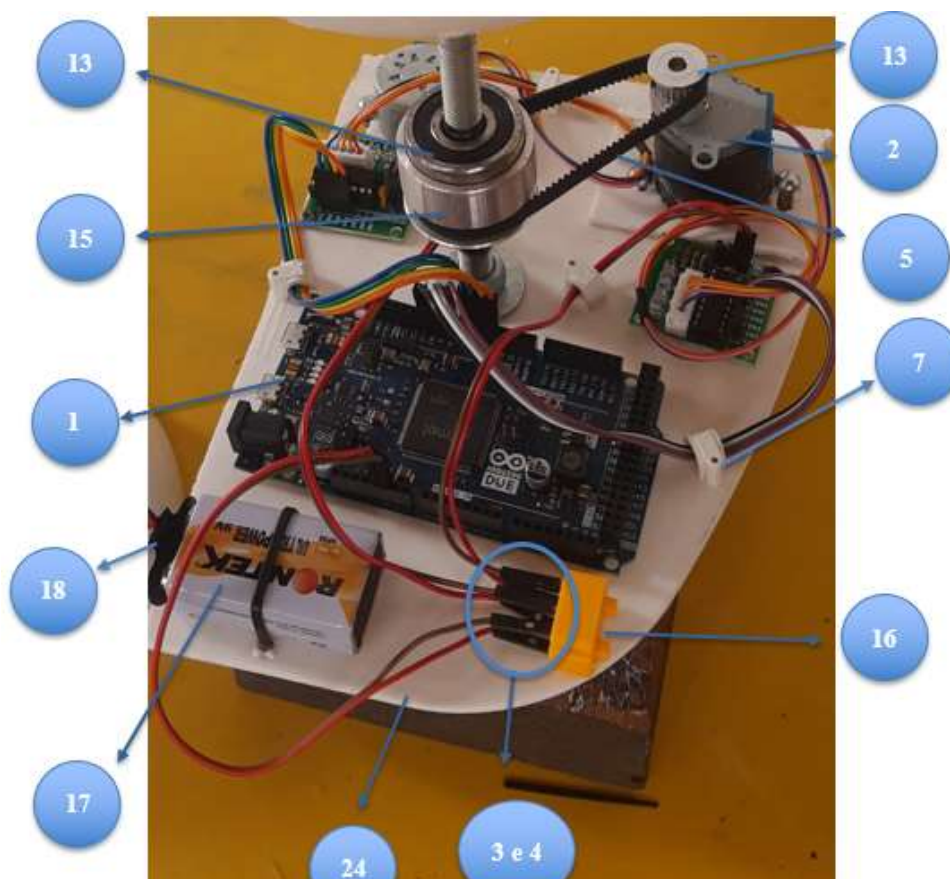


FIGURA 7: REGISTRO DO EXPERIMENTO FINALIZADO. IMAGEM GERADA PELO AUTOR (2021).

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, 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.

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

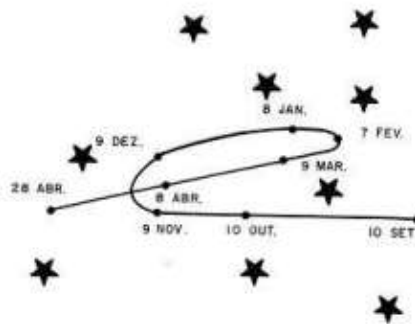


Fig. 1 - Registro do movimento de Marte.

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.

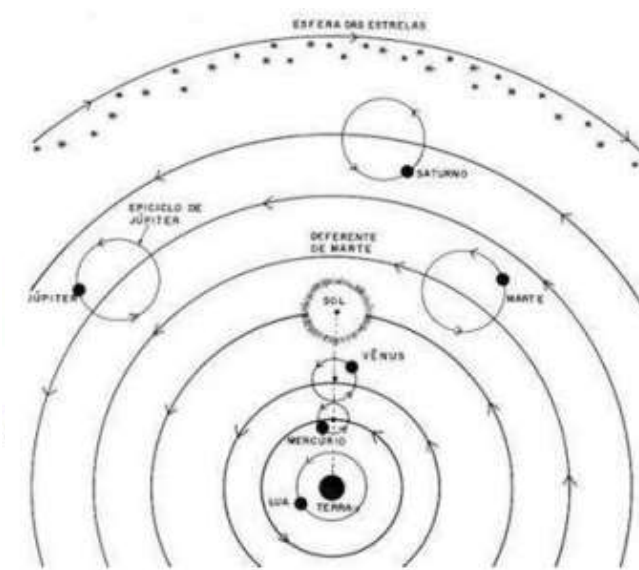


Fig. 3 - Ilustração de sistema Geocêntrico.

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 Física 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 entra 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...