

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DO**  
**MOVIMENTO ORBITAL**

**AGENILDO ALVES DE VASCONCELOS**

**MOSSORÓ – RN**  
**2020**

**AGENILDO ALVES DE VASCONCELOS**

**PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DO  
MOVIMENTO ORBITAL**

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

**Orientador:** Prof. Dr. Hidalyn Theodory C. M. Souza

**Coorientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Erlania Lima de Oliveira

**MOSSORÓ – RN**

**2020**

Aos meus pais, Aldenor Alves de Vasconcelos, hoje não se encontra conosco, e em especial minha mãe, Rufina Maria da Conceição, por ter segurado a barra e seus esforços para me ofertar uma formação baseada em princípios humanos, éticos e profissionais e aos meus filhos, Georges Snyders e Waleska Maria, e ao mais novo príncipe que irá chegar em maio, Samuel Enzo, motivo pelo qual enfrento o desafio da vida cotidiana.

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

V474 Vasconcelos, Agenildo Alves de .  
p PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O  
ESTUDO DO MOVIMENTO ORBITAL / Agenildo Alves de  
Vasconcelos. - 2020.  
131 f. : il.

Orientador: Hivalyn Theodory Clemente Mattos  
de Souza.  
Coorientador: Erlania Lima de Oliveira.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Física, 2020.

1. Aprendizagem Significativa. . 2. Ensino de  
Astronomia. 3. Softwares Educativo. I. Clemente  
Mattos de Souza, Hivalyn Theodory , orient. II.  
Lima de Oliveira, Erlania , co-orient. III.  
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

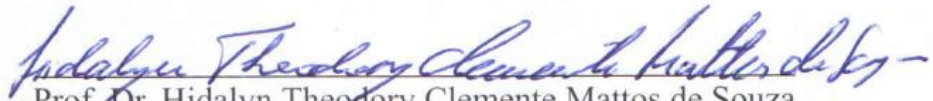
# PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MOVIMENTO ORBITAL

Agenildo Alves de Vasconcelos

Orientador: Dr. Hidalyn Theodory Clemente Mattos de Souza

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

Aprovada em 18/02/2020



Prof. Dr. Hidalyn Theodory Clemente Mattos de Souza  
Universidade Federal do Semi – Árido – UFERSA - Orientador



Profa. Dra. Erlania Lima de Oliveira  
Universidade Federal do Semi – Árido – UFERSA



Prof. Dr. Francisco Ernandes Matos Costa  
Universidade Federal do Semi – Árido – UFERSA



Prof. Dr. José Ronaldo Pereira da Silva  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN

## DEDICO

Ao meu pai, ALDENOR ALVES DE VASCONCELOS (*in memoriam*) e RUFINA MARIA DA CONCEIÇÃO a quem devo toda educação pela qual foi submetido ao longo da vida, meus “ETERNOS GUERREIROS”, onde serei grato por toda minha vida.

Aos meus filhos GEORGES SNYDERS, WALESKA MARIA e SAMUEL ENZO, “SERES” de luz, que iluminam minha vida e dão-me motivos para viver cada dia.

À VALDELENE, esteve comigo a maior parte da caminhada.

À ( L. P. F.) surgiu no momento que mais precisava, me incentivando na reta final do percurso.

À turma MNPEF – 2017 onde passamos dois anos convivendo todas as sextas-feiras na UFERSA-RN.

## AGRADECIMENTOS

À UFRSA por proporcionar a oportunidade de ampliar meus conhecimentos com os ensinamentos de seus professores.

Ao meu orientador Prof. Dr. Hídalyn Theodory, por ter aceito o desafio de me orientar neste projeto para Ensino de Astronomia.

À CAPES pela valiosa contribuição financeira através da bolsa do MNPEF, sem a qual, para mim seria impossível arcar com tantas despesas de viagem de 600 km de Granja-CE até Mossoró - RN.

Aos meus familiares por todo apoio, incentivo e credibilidade depositados em mim, especial minha mãe.

Aos professores no MNPEF – UFRSA, em nome do Prof. Dr. Carlos Alberto dos Santos por ter contribuído enormemente com este mestrado nos permitindo compartilhar de sua vasta gama de conhecimentos.

Ao professor André Luís e a gestão da Escola, em nome da diretora Silvana Modesto por ter aceitado aplicar o produto educacional na sua sala, disponibilizando para cooperação mútua.

Aos alunos da turma do 1º Ano de Agroindústria da EEP Guilherme Teles Gouveia por ter aceitado participar deste trabalho tão prontamente.

À CREDE – 4 Camocim, em nome da Profª Maria dos Remédios, por ter articulado o ajuste da minha carga horária para que eu pudesse cursar este mestrado.

À turma MNPEF – 2017 onde passamos dois anos convivendo todas as sextas-feiras na UFRSA-RN.

À equipe de viagem de Fortaleza - CE a Mossoró - RN, Maxwell Filho, Laerte, Farnésio e Alexandre que durante ano 2017 compartilhamos os perrengues juntos durante o trajeto, mas vencemos.

*“Mais fácil me foi encontrar as leis com que se movem os corpos celestes, que estão a milhões de quilômetros, do que definir as leis do movimento da água que escoam frente aos meus olhos.*  
”

*Galileu Galilei*



## RESUMO

Proposta de uma sequência didática para o estudo do movimento orbital

Agenildo Alves de Vasconcelos

Orientador:

Dr. Hidalyn Theodory Clemente Mattos de Souza

A astronomia, desde a antiguidade, deslumbra atenção por ser um tema que desperta curiosidades. Observar o céu sempre foi algo esplêndido em diversas culturas, que através de suas observações eram capazes de descrever uma ampla quantidade de fenômenos e eventos astronômicos. O objetivo geral deste estudo foi propor uma sequência didática para o estudo do movimento orbital aos professores de Física e Ciências para que os mesmos possam trabalhar com conceitos de Física usando preceitos da Astronomia, já nos primeiros anos do Ensino Fundamental maior ou em qualquer ano do Ensino Médio, especificamente diagnosticando os “subsunçores”, através de uma proposta na qual os alunos demonstrassem, por meio de um texto dissertativo, desenhos, gráficos, conceitos a respeito de temas de Astronomia a partir de palavras motivadoras. O método utilizado foi a pesquisa qualitativa e sua escolha foi pensada porque seria mais fácil descobrir, tendo contato direto com os alunos e por meios da colaboração do professor titular, os conhecimentos prévios que os mesmos tinham com relação à componente curricular de Física. O roteiro da instrumentalização da pesquisa consistiu na entrevista descritiva. A intervenção sintetiza-se em uma sequência didática, constituída por cinco oficinas com cinquenta minutos de duração cada. Os resultados apontam que a maioria dos alunos tem uma base fragmentada e fragilizada com relação aos conceitos de Astronomia e Física, demonstrados também nas entrevistas. Após a aplicação do produto, pode-se realçar alguns pontos positivos, como as indagações e curiosidade de alunos, com discussões ricas, e outro ponto foi a participação maciça dos alunos. Concluindo, apesar de alguns pontos positivos terem sido apontados na pesquisa, pode-se perceber que os resultados esperados não superaram as expectativas do presente pesquisador, principalmente por entender que a aprendizagem é um processo complexo.

**Palavras-Chave:** Aprendizagem Significativa. Ensino de Astronomia. *Softwares* Educativos.

## ABSTRACT

Proposal of a didactic sequence for the study of orbital movement

AGENILDO ALVES DE VASCONCELOS

Advisor:

Dr. Hidalyn Theodory Clemente Mattos de Souza

Astronomy, since antiquity, dazzles attention for being a subject that arouses curiosities. Observing the sky has always been splendid in many cultures, which through their observations were able to describe a wide range of astronomical events and phenomena. The general objective of this study was to propose a didactic sequence for the study of the orbital movement to the physics and science teachers so that they can work with concepts of Physics using precepts of Astronomy, already in the first years of elementary school or in any other year of High School, specifically diagnosing the “subsunçores”, through a proposal in which the students demonstrated, through an essay text, drawings, graphs, concepts about Astronomy themes based on motivating words. The method used was qualitative research and its choice was thought out because it would be easier to discover, having direct contact with students and through the collaboration of the professor, the previous knowledge they had in relation to the curriculum component of Physics. The script for the instrumentalization of the research consisted of a descriptive interview. The intervention is synthesized in a didactic sequence, consisting of five workshops with a duration of fifty minutes each. The results show that most students have a fragmented and weakened base in relation to the concepts of Astronomy and Physics, also demonstrated in the interviews. After applying the product, some positive points can be highlighted, such as the inquiries and curiosity of students, with rich discussions, and another point was the massive participation of students. In conclusion, although some positive points have been pointed out in the research, it can be seen that the expected results did not exceed the expectations of the present researcher, mainly because he understands that learning is a complex process.

**Keywords:** Meaningful Learning. Astronomy teaching. Educational *Softwares*.

## Lista de Figuras

Figura 2.1 Evolução do Sistema Solar atual.....	26
Figura 2.2 Imagem de um buraco negro.....	28
Figura 2.3 Esquema da força gravitacional.....	29
Figura 2.4 Representação das marés oceânicas.....	31
Figura 2.5 Demonstrando a força das marés entre Sol, Terra e Lua.....	31
Figura 2.6 Movimento orbital da Lua.....	32
Figura 2.7 Eclipse Solar e pesquisador Alyrio de Mattos faz observação em de 1919, em Sobral - CE.....	33
Figura 3.1 Processo de Assimilação.....	35
Figura 3.2 Aprendizagem significativa de David Paul Ausubel.....	36
Figura 4.1 Visita ao laboratório de Física.....	40
Figura 4.2 Apresentação do cronograma das oficinas.....	40
Figura 4.3 Redação sendo aplicada com turma de primeiro ano.....	42
Figura 4.4 Arguição da dissertação.....	43
Figura 4.5 Mapa conceitual representando layout do produto educacional.....	44
Figura 4.6 Materiais utilizados na oficina.....	45
Figura 4.7 Demonstração dos equinócios, dos solstícios e eclipse solar.....	46
Figura 4.8 Pregos nos dois focos da elipse.....	47
Figura 4.9 Órbita de Plutão com excentricidade 0,25.....	48
Figura 4.10 Tamanho do cordão em centímetro.....	48
Figura 4.11 Alunos desenhado as órbitas.....	49
Figura 4.12 Alunos desenhando os planetas.....	50
Figura 4.13 Página inicial no site Phet.....	52
Figura 4.14 Aula com simulação do Phet.....	53
Figura 4.15 Aula com simulação do Stellarium.....	54
Figura 4.16 Aluna simulando o movimento retrógado de Marte no <i>Stellarium</i> .....	55
Figura 4.17 Alunos fazendo a redação pós - produto.....	55
Figura 5.1 Pré-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 1: Que escreveu e desenhou.....	58
Figura 5.2 Pré-produto, dissertação do aluno 2 do grupo 1: Que escreveu e desenhou.....	59
Figura 5.3 Pré-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 2: Colocaram subsunçores interessante.....	60

Figura 5.4 Pré produto, dissertação do aluno 2 do grupo 2: Colocaram subsunçores interessantes.....	61
Figura 5.5 Pré-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 3: Somente desenho, sem contexto científico.....	61
Figura 5.6 Pré-produto, dissertação do aluno 2 do grupo 3: Somente desenho, sem contexto científico.....	62
Figura 5.7 Pré-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 4: Escreveu e desenhou, mas sem fundamentação.....	63
Figura 5.8 Pré-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 4: Escreveu e desenhou, mas sem fundamentação.....	63
Figura 5.9 Pós-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 1: Que escreveu e desenhou.....	64
Figura 5.10 Pós-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 2: colocaram subsunçores interessantes.....	65
Figura 5.11 Pós-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 3: somente desenho e ainda contexto científico.....	66
Figura 5.12 Pós-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 4: escreveu e desenhou, mas sem fundamentação.....	67

## **Lista de Gráfico**

Gráfico 2.1 - Comparações das distribuições de notas do nível 3 entre Escolas públicas e privadas.....	22
Gráfico 2.2 - Comparações das distribuições de notas do nível 4 entre Escolas públicas e privadas.....	23

## Lista de Tabelas

Tabela 2.1 Conteúdos programáticos das séries finais do Ensino Fundamental. ....	24
Tabela 2.2 Habilidades referente a competência específica 2. ....	25
Tabela 2.3 Características dos tipos de planetas.....	27
Tabela 2.4 Variações de $a_g$ a partir da superfície da Terra. ....	29
Tabela 2.5 Informações técnicas sobre Terra, Sol e Lua.....	32
Tabela 4.1 Distâncias dos planetas em escala em centímetro. ....	51

## Lista Siglas

AEB	Agencia Espacial Brasileira
ASC	Aprendizagem Significativa Crítica
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CE	Ceará
CNT	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
EEP	Escola de Ensino Profissionalizante
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
HTML	HyperText Markup Language
KM	Quilômetro
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LEI	Laboratório de Ensino de Informática
OBA	Olimpíada Brasileira de Astronomia
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
SAB	Sociedade Astronômica Brasileira
SD	Sequência Didática
UT	Unidade Temática

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO .....	17
2 - ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA .....	22
2.1 - O Ensino de Astronomia.....	22
2.2 - Sistema Solar.....	25
2.2.1- Gravitação .....	27
2.2.2 - Forças gravitacionais infinitesimais .....	30
2.2.3 - Marés oceânicas .....	30
2.2.4 - O movimento orbital da Lua .....	32
2.2.5 - Eclipses solares e lunares .....	33
2.2.6 - As Leis orbitais de Kepler para as órbitas dos planetas .....	33
3 - A TEORIA DE ENSINO APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	35
3.1 - Aprendizagem significativa de David Ausubel .....	35
3.2 - Aprendizagem significativa crítica de Marcos A. Moreira .....	37
4 - DESCRIÇÃO E APLICAÇÃO DO PRODUTO .....	39
4.1 - Tipo de pesquisa .....	39
4.2 - Sujeitos da pesquisa .....	39
4.3 - Sequência didática utilizada para aplicação do produto.....	39
4.4 - Aplicação do produto educacional .....	42
4.4.1 - Aplicação da redação do pré-produto.....	42
4.4.2 - Entrevista com os alunos.....	43
4.4.3 - Oficinas .....	44
4.4.4 - Aplicação da redação pós-produto .....	55
5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	56
5.1 - Contextualização das entrevistas .....	57
5.2 - Intervenções durante as oficinas .....	58
5.2.1 - Antes da aplicação do produto .....	58
5.2.2 - Após da aplicação do produto .....	64
5.3 - Reflexões sobre as narrativas .....	68
6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	77
ANEXO I.....	80



AVALIAÇÃO DIAGNOSTICA PRÉ-PRODUTO .....	81
ANEXO II .....	82
AVALIAÇÃO DIAGNOSTICA PÓS-PRODUTO .....	83
APÊNDICE .....	85
`MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL	

## 1 INTRODUÇÃO

No contexto científico regional, não poderia abdicar da oportunidade de explorar elementos teóricos pautados nos conhecimentos de grandes pensadores da arte da Astronomia que tanto fascina estudantes e os amantes da mesma. A astronomia desde a antiguidade deslumbra atenção por ser um tema que desperta curiosidades. Observar o céu sempre foi algo esplêndido em diversas culturas, que através de suas observações, eram capazes de descrever uma ampla quantidade de fenômenos e eventos astronômicos. O estudo do universo e do movimento dos corpos celestes ajudou no desenvolvimento científico e crescimento intelectual de várias nações. Contudo, o ensino de Cosmologia e Astrofísica nas escolas brasileiras merece um olhar criterioso na abordagem desse tema, no qual, torna-se sua proposta didática nas instituições de nível fundamental e médio ainda um grande desafio.

Entende-se que o currículo de ciências nas escolas públicas e privadas é precário quando se refere ao ensino de astronomia. O conteúdo é fragmentado em ciências desde o quinto ano do Ensino Fundamental como Sistema Solar, estações do ano, equinócios e solstícios, marés, eclipses, movimento orbital dos planetas. No Ensino Médio, existe um capítulo resumido sobre gravitação no primeiro ano. O ensino de Astronomia (Astrofísica e Cosmologia) fascina os alunos, no entanto, o uso de aparatos (kits) experimentais como intervenção e sequência didática para o estudo do movimento orbital possibilitaria aos professores de física trabalhar em suas aulas conteúdos como cinemática, dinâmica, leis de conservação e gravitação. A interdisciplinaridade no currículo escolar é importante para que haja uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).

A fundamentação teórica do capítulo de Física que aborda os conteúdos dos eclipses, solstícios, equinócios, movimentos orbitais, trajetórias curvas, leis de Kepler, gravitação, velocidade de escape e até conceito de física moderna, encontram-se em Oliveira Filho (2014). O livro didático *Física aula por aula* de Benigno e Xavier (2016), adotado em algumas escolas estaduais do Ceará, também busca trabalhar esses tópicos.

A abordagem do nosso estudo teórico de ensino estará respaldada na aprendizagem significativa de David Ausubel (2003); os conhecimentos prévios dos estudantes devem servir de ancoragem para novos conhecimentos adquiridos. Para Ausubel é primordial esta ancoragem de conhecimento para que novos conhecimentos sejam somados embora haja perda de conhecimento.

Uma premissa básica da teoria da assimilação da aprendizagem verbal significativa é a proposição de que a retenção e o esquecimento constituem fases finais, no funcionamento cognitivo, do mesmo processo de aprendizagem interativo entre os novos

materiais de aprendizagem e as ideias relevantes existentes na estrutura de conhecimentos do aprendiz (AUSUBEL, p. 134, 2003).

Corroborando com esse pensamento, Moreira (2000) diz que a aprendizagem significativa, além do estudante possuir conhecimento prévio, os “*subsunçores*” para que aproveite outros saberes que podem ser somados com o anterior, estes novos conhecimentos devem possuir uma visão crítica, ou seja, deve assimilar este novo conhecimento do professor e indagar para o mesmo, gerando assim, uma discussão sobre o tema relacionando e não apenas só aceitá-lo.

Aprendizagem significativa crítica: é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. Quer dizer, para ser crítico de algum conhecimento, de algum conceito, de algum enunciado, primeiramente o sujeito tem que aprendê-lo significativamente e, para isso, seu conhecimento prévio é, isoladamente, a variável mais importante (MOREIRA, p. 7, 2010).

Segundo Moreira (2000), não basta aprender com significado um determinado conteúdo, mas saber questionar sobre o que está sendo ensinado, sendo isso para ele uma aprendizagem significativa crítica. Neste sentido, aparece a Sequência Didática (SE), acreditamos que o uso de simulações computacionais facilitem a compreensão de determinados conteúdos de física com eficácia, através dos *softwares Stetlerium e Phet*, além de atividades práticas como o sistema solar em escala, planetário artesanal retirada do manual AEB para que a escola possa auxiliar na assimilação de um determinado conteúdo.

Todos esses softwares são gratuitos e podem ser instalados nos laboratórios de informática (LEI) das escolas onde existe o sistema operacional *LINUX*, exceto o *Phet* que pode ser usado sem a necessidade de ser instalado nos computadores, pois, o mesmo utiliza linguagem *HTML5*, o qual será detalhado no produto educacional. No entanto, em contraposição a isso, uma agravante é a falta de conhecimentos prévios dos professores com relação ao manuseio desses sistemas.

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) do Ensino Fundamental traz uma excelente proposta, onde os estudantes conseguem ter acesso aos conteúdos de Física, Química e Biologia desde o primeiro ano, com as unidades temáticas: Matéria e energia; Vida e evolução; Terra e Universo e conteúdos que darão lugar para os objetos de conhecimento. Com a proposta, o aluno terá acesso UT de Terra e Universo em todos os anos do Ensino Fundamental.

A BNCC no Ensino Fundamental destaca a modificação na área das ciências da natureza e suas tecnologias:

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. (BRASIL, p. 328, 2017).

Um ponto importante a destacar na BNCC (2017) do Ensino Fundamental é que os novos livros didáticos terão que contemplar assuntos de Física, Química e Biologia desde o primeiro ao nono ano. A BNCC traz uma proposta linear para o ensino de ciências do fundamental que sintetiza o ensino contínuo desde os primeiros anos até o 9º ano, evitando assim que o educando veja gravitação somente do nono e sistema solar no sexto ano. Segundo as diretrizes da BNCC (2017 p. 477) no EM destaca também a importância da Astronomia no componente curricular para formação básica do indivíduo, como ciência antiga, mas ao mesmo tempo sua relevância. A falta do ensino e conhecimentos elementares nas mais diversas disciplinas do currículo dos alunos concludentes, habilitados formalmente a fazer o ENEM, resultará com isso na total incapacidade de crescimento pessoal e profissionalmente, tornando muitas vezes incerto o futuro dos mesmos.

Sendo assim, o objetivo central desta dissertação é propor uma sequência didática (SD) para os professores de Física e Ciências para que os mesmos possam trabalhar com conceitos de Física usando preceitos da Astronomia já nos primeiros anos do ensino ou em qualquer ano do Ensino Fundamental, especificamente diagnosticando os “*subsunçores*”, através de uma proposta na qual os alunos demonstrem, por meio de um texto dissertativo, desenhos, gráficos ou conceitos a respeito de temas utilizando palavras motivadoras.

Vivenciar fatos históricos relativos a assuntos de astronomia da região local através do estudo dos conceitos de movimentos orbitais no sistema solar, ou através da observação de satélites artificiais durante à noite, faz com que as pessoas deslumbrem a curiosidades dos mesmos, tornando o ensino de física significativo. Essas observações podem ser simuladas através dos softwares educativos como *Stellarium* e o *Phet*; é importante demonstrar a introdução inicial dos softwares para que os professores possam ter um ponto de partida com seus estudantes.

A metodologia utilizada foi a pesquisa qualitativa, da qual foi aplicada no produto educacional desenvolvida na E. E. P. Guilherme Teles Gouveia, Granja-CE, na turma do primeiro ano do Ensino Médio - Agroindústria. Primeiramente, foi aplicada uma dissertação usando palavras motivadoras ao tema relacionado para diagnosticar os possíveis subsunçores. Logo após analisar as dissertações foram selecionados grupos com cinco dissertações de acordo com a afinidade de raciocínio dos estudantes e entrevistados individualmente, nesse momento não foi dado explicações sobre os erros cometidos, mas indagações. As oficinas foram ofertadas com os softwares *Stellarium* e *Phet* no Laboratório de Informática (LEI) da própria escola.

Vale ressaltar que a Escola de Ensino Profissionalizante Guilherme Teles Gouveia fica localizada na cidade de Granja e voltada para cursos técnicos agrícolas e agropecuárias, a cerca

de 330 km de Fortaleza e aproximadamente 100 km de Sobral - CE, onde está situado o Museu do Eclipse e o Planetário. Vale a menção de que, em 1919, foram expedidas duas comissões (uma para Ilha do Príncipe na costa Africana e a outra para Sobral, região norte do Ceará) para observar o Eclipse solar total que comprovaria a Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein (1879-1955), percurso feito também pelo grupo de pesquisadores do Observatório Nacional do Rio de Janeiro, que passaram em Camocim e Granja com destino a Sobral, uma linha ferroviária existente na época. Portanto, lançamos uma proposta de ensino numa região de contexto histórico e científico bem conhecidos no estudo da Astronomia.

Para melhor aproveitamento de conhecimento, a turma foi dividida em dois grupos, nos quais, dois alunos dividiram um computador e outro grupo ficou na sala em atividades com o professor titular. As oficinas com planetário, sistema solar em escala e as leis das órbitas de Kepler, foram na própria sala de aula em grupo de quatro alunos. Cada experimento teve um roteiro direcionado para um questionário a ser trabalhado os conteúdos como assimilação de conteúdo, notadamente de Física, com o consequente comprometimento do processo de ensino e aprendizagem. Outra atividade prática relacionada foi a realização de observações com telescópio. E como motivação e complementação a aplicação do produto, foi promovida uma visita ao Museu do Eclipse e Planetário em Sobral. Como subproduto ou consequências das ações, tivemos a fundação do Clube de Astronomia de Granja, onde foram convidados professores, alunos e ex-alunos para prestigiarem o evento, além de admiradores da Astronomia, em especial, moradores da comunidade.

Para descrever a proposta deste trabalho, mostramos no capítulo 2 os tópicos da Física que sustentam a base científica e matemática do produto educacional, fazendo-se um apanhado das origens dos problemas, explicações e demonstrações de conceitos relacionados a dinâmica do universo, o que imprescindivelmente nos orientará na compreensão das dificuldades dos alunos. O capítulo 3 destaca a teoria de ensino adotada nesta dissertação, enfatizando a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel (2003), defensor da proposta onde o aluno aprende necessariamente sobre conhecimentos prévios ancorados a novos conhecimentos (ASC), essa também defendida por Moreira (2017). Além desses conhecimentos prévios acionados a novos conhecimentos, o aluno precisa questionar os novos conhecimentos que o professor está transmitindo. O capítulo 4 trata dos caminhos metodológicos da pesquisa e, em seguida, o produto educacional é disposto, no qual utilizou-se a sequência didática interventiva e a aplicação à uma triagem através de um texto dissertativo, buscando encontrar subsunçores na descrição dos estudantes. Nesse capítulo, o Produto Educacional é descrito de modo sucinto, mas encontra-se

integralmente no apêndice B. Constando em seu corpo textual atividades descritas com seus respectivos objetivos, ele deverá ser considerado um manual direcionando para o professor de primeiro ano do Ensino Médio, como também aos professores de Ciências do Ensino Fundamental

Os resultados e reflexões sobre as investigações aqui propostas são discutidos no capítulo 5, levando em consideração, também, as entrevistas colhidas junto aos alunos, mostrando-se as considerações que sintetizam a relevância deste estudo dentro do campo acadêmico e social. Finalmente, as considerações finais são apresentadas no capítulo 6 desta dissertação.

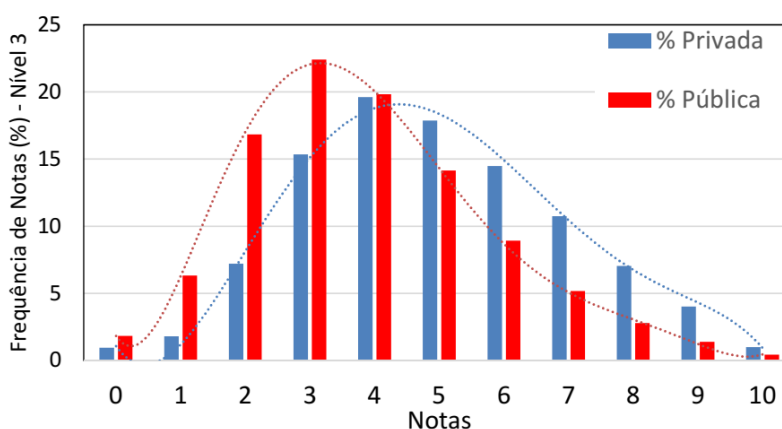
## 2 ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA

### 2.1 O Ensino de Astronomia

O currículo de ciências nas escolas públicas é precário quando se refere ao Ensino de Astronomia. O conteúdo vem fragmentado nas Ciências, já no quinto ano do Ensino Fundamental e um pouco na disciplina de Geografia. No Ensino Médio, apenas no primeiro ano, traz um capítulo muito resumido sobre gravitação e conclui-se por estas constatações.

O gráfico 2.1 demonstra que as maiores notas da OBA são de escolas privada do nível 3 (6º ao 9º ano do Ensino Fundamental).

**Gráfico 2.1** - Comparações das distribuições de notas do nível 3 entre escolas públicas e privadas



Fonte: CANALLE (2019, p. 19)

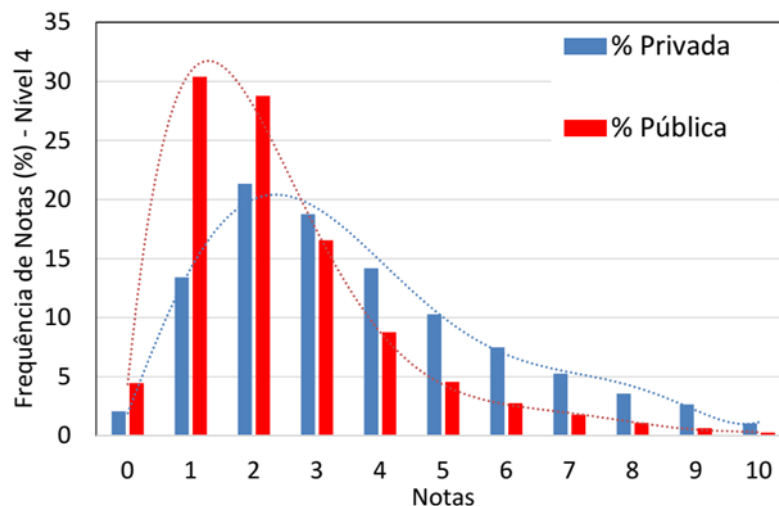
No nível 4 (1º ao 3º ano do Ensino Médio) a situação ainda é mais crítica comparada ao nível 3 (gráfico 2.2). Essa discrepância preocupa o ensino de Astronomia nas escolas públicas e, como destacou Langhi e Nardi (2007), evidencia uma lacuna no ensino aprendizagem na educação básica:

Diversas pesquisas nas últimas décadas no Brasil vêm enfocando questões ligadas às dificuldades do professor no ensino de Astronomia. Dentre essas dificuldades, destaca-se a presença de erros conceituais em livros didáticos, uma vez que este recurso pedagógico é, muitas vezes, a única fonte de consulta utilizada pelo professor da educação básica para o preparo de suas atividades didáticas (NARDI e LANGHI, 2007).

Os livros didáticos trazem as órbitas da Terra de forma elíptica com excentricidade gigantesca. Como enfatiza Canalle (2003), os livros de Física do Ensino Médio para explicar as leis de Kepler utilizam da mesma figura sem preocupação com a escala. É obvio que uma página do livro não será possível representar o sistema solar com planetas e órbitas, mas devemos desenhar o máximo da escala possível, para que o aluno não abstraia conceitos errôneos. O

resultado do ensino é visualizado no gráfico 2.2 que mostra a queda de desempenho das escolas públicas em relação as particulares na prova da OBA de 2019.

**Gráfico 2.2** - Comparações das distribuições de notas do nível 4 entre Escolas públicas e privadas



Fonte: CANALLE (2019, p. 20)

Os PCNs destacam que a educação científica tem finalidade prática: o educando precisa saber ciências como suporte para que seja norteado, dentro dos aspectos científicos e sociais, para que o mesmo possa usufruí-la na vida cotidiana (BRASIL, 1998).

A grande variedade de conteúdos teóricos das disciplinas científicas, como a Astronomia, a Biologia, a Física, as Geociências e a Química, assim como dos conhecimentos tecnológicos, deve ser considerada pelo professor em seu planejamento.[...] Esse processo tem início na Astronomia, por meio dos trabalhos de Copérnico, Kepler e Galileu (séculos XVI e XVII), que, de posse de dados mais precisos obtidos pelo aperfeiçoamento das técnicas, reinterpretem as observações celestes e propõem o modelo heliocêntrico, que desloca definitivamente a Terra do centro do Universo.[...] Os campos do conhecimento científico - Astronomia, Biologia, Física, Geociências e Química — têm por referência as teorias vigentes, que se apresentam como conjuntos de proposições e metodologias altamente estruturados e formalizados, muito distantes, portanto, do aluno em formação. Não se pode pretender que a estrutura das teorias científicas, em sua complexidade, seja a mesma que organiza o ensino e a aprendizagem de Ciências Naturais no ensino fundamental. As teorias científico (BRASIL, 1998, p. 23-33).

Os PCNs (BRASIL, 1998) também destacam os conteúdos para o ensino de Astronomia e Astrofísica ainda no Ensino Fundamental, contudo, os livros didáticos na atualidade não contemplam suficientemente uma aprendizagem satisfatória para o educando. A BNCC – Ensino Fundamental (2017), tem o propósito de tentar corrigir essa lacuna no ensino e aprendizagem dos alunos (tabela 2.1).

A BNCC do Ensino Médio destaca também a importância da Astronomia no componente curricular para formação básica do indivíduo, como ciência antiga, mas ao mesmo tempo relevante (BRASIL, 2017). Abordar assuntos relacionado ao Universo em sala de aula fascina



todo mundo, por despertar a curiosidade de seu público. O ensino de Astronomia tem suporte para alavancar e aprofundar conhecimento de Física, através da denominação Astrofísica.

De acordo com a BNCC, a competência específica 2 (dois) destaca que:

Da mesma forma, entender a vida em sua diversidade de formas e níveis de organização permite aos estudantes atribuir importância à natureza e a seus recursos, considerando a imprevisibilidade de fenômenos, as consequências da ação antrópica e os limites das explicações e do próprio conhecimento científico.[...] Nessa competência específica, podem ser mobilizados conhecimentos relacionados a: origem da Vida; [...]; modelos cosmológicos; astronomia; gravitação; mecânica newtoniana; previsão do tempo, entre outros (BRASIL, 2017, p. 556).

Também segundo a BNCC, a competência específica 2 (dois) destaca sete habilidades que enfatizam duas exclusivas para o ensino de Astronomia: Astrofísica e Cosmologia.

**Tabela 2.1** Conteúdos programáticos dos anos finais do Ensino Fundamental

UNIDADE TEMÁTICA	OBJETOS DE CONHECIMENTO			
	6º ANO	7º ANO	8º ANO	9º ANO
MATÉRIA E ENERGIA	Misturas homogêneas e heterogêneas  Separação de materiais sintéticos  Transformações químicas	Máquinas simples Formas de propagação do calor Equilíbrio termodinâmico e vida na Terra História dos combustíveis e das máquinas térmicas	Fontes e tipos de energia Transformação de energia Cálculo de consumo de energia elétrica  Circuitos elétricos  Uso consciente de energia elétrica	Aspectos quantitativos das transformações químicas Estrutura da matéria  Radiações e suas aplicações na saúde
VIDA E EVOLUÇÃO	Célula como unidade da vida  Interação entre os sistemas locomotor e nervoso  Lentes corretivas	Diversidade de ecossistemas Fenômenos naturais e impactos ambientais Programas e indicadores de saúde pública	Mecanismos reprodutivos  Sexualidade	Hereditariedade Ideias evolucionistas Preservação da biodiversidade
TERRA E UNIVERSO	Forma, estrutura e movimentos da Terra	Composição do ar Efeito estufa Camada de ozônio Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis) Placas tectônicas e deriva continental	Sistema Sol, Terra e Lua Clima.	Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo Astronomia e cultura Vida humana fora da Terra Ordem de grandeza astronômica  Evolução estelar

Fonte: BNCC (BRASIL, 2017, p 344 -350).

Vale destacar que o currículo precisou ser revisto. Essa será a ideia da BNCC a ser trabalhada em todos os anos do Ensino Médio de forma sistemática e não deixando apenas no

primeiro ano como era de praxe. Assim, o ensino terá mais significado, pois os conteúdos não ficam desconectados e fragmentado no decorrer dos anos.

**Tabela 2.2** Habilidades referente a competência específica 2 (dois)

Código	Habilidade
EM13CNT201 <sup>1</sup>	Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.
EM13CNT204	Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.

Fonte: BNCC (BRASIL, 2017, p.557).

A primeira habilidade dá ênfase ao estudo da Terra e do Universo, conteúdos relevantes para ensino de cosmologia, e na segunda habilidade, dar-se destaque a conteúdos direcionados para outro ramo da Astronomia como a Astrofísica, em que vai trabalhar a respeito dos movimentos de objetos, Sistema Solar e gravidade.

## 2.2 Sistema Solar

Para Oliveira Filho (p. 132, 2014) a origem do Sistema Solar foi proposta pelo alemão Immanuel Kant (1724-1804) em 1755, que 41 anos depois, em 1796 foi fundamentada com os estudos do matemático francês Pierre-Simon Laplace (1749-1827). Pierre fez as probabilidades da evolução do Sistema Solar através de cálculos numéricos, onde se encontra tudo escrito em seu livro “*Exposition du Système du Monde*” (OLIVEIRA FILHO, p. 132, 2014).

As comprovações de Pierre são fundamentais para que as rotações dos planetas estejam em um único sentido, exceto o planeta Vênus, que apresentava um giro (rotação) no sentido oposto dos demais planetas (OLIVEIRA FILHO, p. 132, 2014).

O Sistema Solar é o conjunto de astros que interagem gravitacionalmente ao redor da estrela Sol e aonde o planeta Terra está localizado, juntamente com outros sete planetas: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Além desses, constam também os planetas anões, como o Plutão, o qual perdeu sua categoria de planeta em 2006 (OLIVEIRA FILHO, p. 135, 2014).

O esquema mostrado na figura 2.1 ilustra o colapso gravitacional de uma nuvem de matéria (nebulosa). O material expelido dessa nuvem tende a se condensar e dá origem aos planetas e aos corpos menores desse sistema, que após o colapso da parte mais central da nuvem

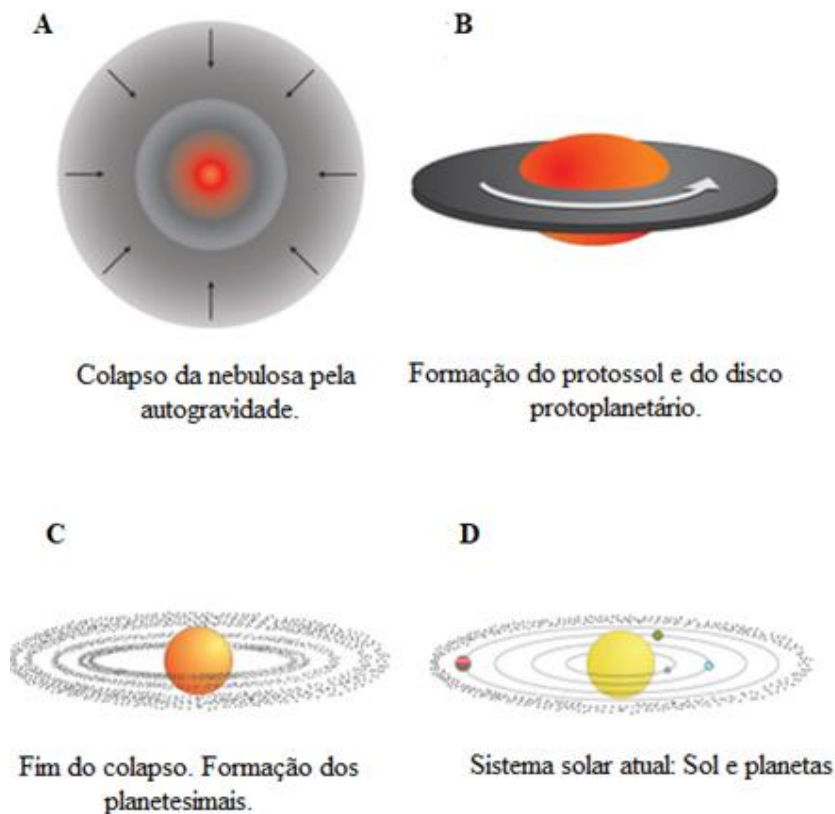
<sup>1</sup> EM: Ensino Médio, (13) significa que podem ser aplicados em qualquer ano do Ensino Médio, CNT: Ciências da Natureza e suas Tecnologias, (201) denomina competência específica 2 (dois) e a primeira habilidade.

que os formam, começam a esfriar (OLIVEIRA FILHO, p. 134, 2014). O diâmetro típico dos corpos nesse sistema depende da sua distância a estrela e a dinâmica desse processo astronômico é tal que apenas o proto-estrela (semente estelar) mantém a temperatura consideravelmente alta.

O resfriamento acarretou a condensação rápida do material, o que deu origem aos planetesimais, agregados de material com tamanhos da ordem de quilômetros de diâmetro, cuja composição dependia da distância ao Sol: regiões mais externas tinham temperaturas mais baixas, e mesmo os materiais voláteis tinham condições de se condensar, ao passo que, nas regiões mais internas e quentes, as substâncias voláteis foram perdidas (OLIVEIRA FILHO, p.133-134, 2014).

À medida que se distancia do Sol, o volume dos planetas aumenta devido à grande quantidade de nitrogênio e hélio presentes na nuvem de matéria protoplanetária, dando origem a formação dos planetas gasosos (ou jovianos).

**Figura 2.1** Etapas do processo de formação do Sistema Solar de acordo com o modelo da nebulosa solar



Fonte: OLIVEIRA FILHO (p. 134, 2014)

Até 2006 eram considerados nove planetas no sistema solar, visto que a partir desse mesmo ano, Plutão foi rebaixado da categoria de planeta por ser considerado um planeta menor dos que já haviam sido encontrados. Ademais, além do seu tamanho inferior, outros fatores

contribuíram, como a capacidade dele em não conseguir limpar sua própria órbita dos meteoritos e a descoberta de outros planetas maiores no mesmo período. Assim, atualmente são 8 planetas no sistema solar e uma quantidade considerável de exoplanetas descobertos fora desse sistema e classificados como terrestre e gasosos (OLIVEIRA FILHO, p. 135, 2014).

Os terrestres são quatro: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, estando esses mais próximo do Sol, e os gasosos são o Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Na tabela 2.3 a seguir são mostradas as características básicas dos planetas.

**Tabela 2.3** Características dos tipos de planetas

	Terrestres (rochosos)	jovianos (gasosos)
Massa	Pequena ( $\leq M_{\odot}$ )	grande ( $\geq 14M_{\odot}$ )
Tamanho	Pequeno	Grande
Densidade	Grande	Pequena
Distância	Pequeno	Grande
Composição	Rochas e metais pesados silicatos, óxidos, Ni, Fe	Elementos leves H, He, H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub>
n° de satélites	Poucos ou nenhum	Muitos

Fonte: OLIVEIRA FILHO (p. 135, 2014)

De acordo com a tabela 2.3, a classificação dos planetas do Sistema Solar leva em consideração a massa, o tamanho, a densidade e a composição, a distância ao Sol e a quantidade de satélites. As classes básicas de planetas são os terrestres (rochosos), formado pelos quatro planetas mais próximos do Sol (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte), e os Jovianos, compreendida pelos quatro planetas mais distantes (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno).

### 2.2.1 Gravitação

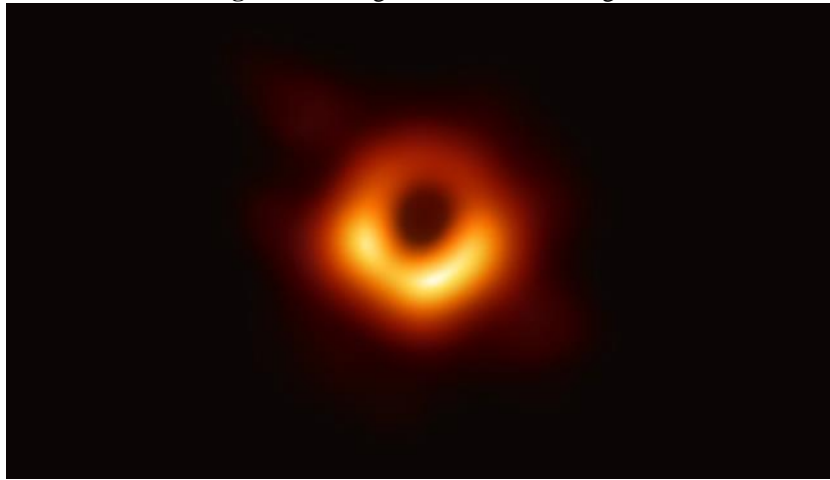
A Gravitação Universal talvez seja o assunto mais intrigante e comentado na sala de aula e, com certeza, os educandos responderiam algo a respeito, dentro da área da Física, pois buscar compreender a força gravitacional é muito prazeroso. Para Barreto e Xavier (2016), a constante de proporcionalidade  $G$  é denominada constante de gravitação universal, cuja o valor numérico depende apenas das unidades utilizadas, sendo seu valor  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$  no SI.

Para Oliveira Filho (2014) o inglês Isaac Newton (1646 -1727), que era físico e matemático, fez uso da lei da Gravitação Universal proposta por ele e foi capaz de descrever o movimento entre dois corpos distintos como sendo uma atração causada por uma força de magnitude inversamente proporcional ao quadrado da distância entre esses corpos.

As estrelas de alta massa evoluem rapidamente e após passarem por uma fase de supernova, o núcleo remanescente entra em colapso, formando-se o buraco negro. A força gravitacional desse objeto astronômico é tão intensa que nem a própria luz pode escapar, motivo pelo qual da origem a sua denominação (uma singularidade) (OLIVEIRA FILHO, p. 132, 2014).

Por causa dessa força de atração que um corpo arremessado para cima tende a voltar e se chocar com o planeta Terra. Mas, o que mais fascina nesse tema é o fato de que a gravidade aplicada para descrever a atração de objetos à superfície da Terra, entre planetas e galáxias, tem a mesma natureza daquela responsável pela origem e dinâmica de um colossal *Buraco negro* (figura 2.2).

**Figura 2.2** Imagem de um buraco negro



Fonte: Event Horizon Telescope Collaboration.

Nesse caso, se  $m_1$  for a massa de um planeta e  $m_2$  a massa do Sol e esses astros estão separados por uma distância  $r$  onde a ação da força de atração planeta-Sol possa ocorrer (ou seja, existe uma energia potencial gravitacional diferente de zero), a expressão da força exercida pelo Sol no planeta será dada por uma relação de proporcionalidade da forma

$$F \propto \frac{m_1}{r^2} \quad (1)$$

Essa mesma relação vale para massa  $m_2$  do Sol, que de acordo com a lei da Ação e Reação de Newton, é atraído pelo planeta com uma força proporcional ao quociente de  $m_2$  e a distância  $r$  ao quadrado, ou seja:

$$F \propto \frac{m_2}{r^2} \quad (2)$$

Obviamente, a Terra exerce uma atração sobre os objetos que estão sobre sua superfície. Newton se deu conta de que essa força se estendia até a Lua e produzia a aceleração centrípeta necessária para manter a Lua em órbita. O mesmo acontece com o

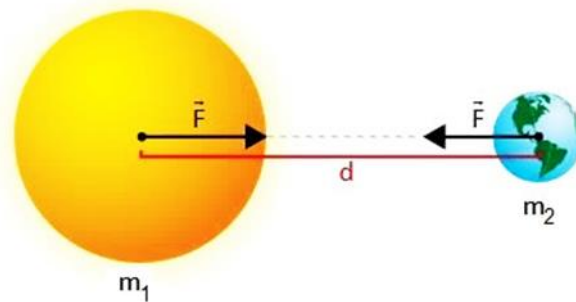
Sol e os planetas. Então, Newton levantou a hipótese da existência de uma força de atração universal entre os corpos em qualquer parte do Universo (OLIVEIRA FILHO, p. 88,2014).

Admitindo uma interação gravitacional universal, Isaac Newton encontrou uma forma de representar a força de atração para qualquer tipo de matéria associada à uma interação ao longo da linha de união entre dois corpos (Figura 2.3), cuja intensidade pode ser obtida a partir da combinação da quantidade de matéria em cada corpo, dadas por (1) e (2) (OLIVEIRA FILHO, 2014).

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} \quad (3)$$

em que  $G$  é a Constante Gravitacional igual a  $6,67 \times 10^{-11} Nm^2 / Kg^2$ .

**Figura 2.3** Esquema da força gravitacional



Fonte: <https://dicasdelei.blogspot.com/2019/10/a-lei-da-gravitacao-universal-de-newton.html> Ilustração sem escala real

A gravidade na superfície da Terra se mantém constante dentro da atmosfera até atingir a estratosfera quando  $a_g$  começa a sofrer uma variação considerável (Tabela 2.4).

**Tabela 2.4** Variações de  $a_g$  a partir da superfície da Terra.

Altitude (km)	$a_g$ (m/s <sup>2</sup> )	Exemplo de Altitude
0	9,83	Superfície média da Terra
8,8	9,80	Monte Everest
36,6	9,71	Recorde para um balão tripulado
400	8,70	Órbita do ônibus espacial
35 700	0,225	Satélite de comunicações

Fonte: HALLIDAY (2012, p.32).

A força gravitacional obedece ao princípio da superposição, que diz que um corpo arbitrário submetido a  $n$  forças, que somadas, propicia uma força resultante neste corpo. Em outras

palavras, se uma partícula 1 estiver submetida a força de direções arbitrárias, então elas podem ser representadas unicamente por uma força vetorial resultante de magnitude  $F_{1,res}$  dada por:

$$\vec{F}_{1,res} = \sum_{i=2}^n \vec{F}_{1i} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{14} + \vec{F}_{15} + \dots + \vec{F}_{1n}. \quad (4)$$

Nessa expressão  $\vec{F}_{1i}$  é a força que a partícula  $i$  exerce sobre a partícula 1.

Para um corpo com dimensões finitas pode-se usar a equação (4) para calcular a força resultante sobre ele. Desse modo, percebe-se que não existe apenas uma força gravitacional, mas infinitas forças exercendo sua influência sobre um corpo, o que está intimamente relacionado ao princípio da superposição.

### 2.2.2 Forças gravitacionais infinitesimais

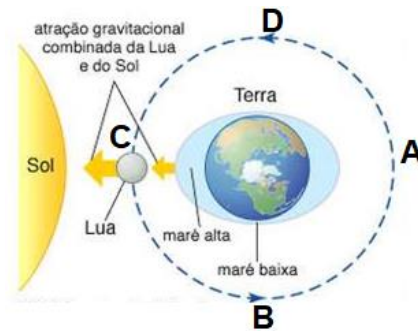
Conhecendo-se a força gravitacional exercida por um corpo de massa  $M$  sobre duas partículas  $m_1$  e  $m_2$  próximas uma da outra (mas distantes de  $M$ ) e as denominarmos de  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$ , é possível estimar que a intensidade da variação  $\Delta \vec{F} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2$  dessas forças é tal que ela pode causar o distanciamento do centro de massa das duas partículas, de modo a alongar esse sistema ou até mesmo romper um corpo caso essas duas partículas constituam esse corpo. Neste caso, a variação  $\Delta \vec{F}$  é denominada de força gravitacional diferencial (OLIVEIRA FILHO, 2014, p. 113).

A intensidade da atração gravitacional de corpos com simetria esférica, como sabemos, pode ser encontrada pela lei da gravitação newtoniana, contudo, esses corpos possuem na maioria das vezes deformidades causadas pela rotação do planeta, ou por forças gravitacionais diferenciais, que fazem com que efeitos como forças de marés e precessão apareçam.

### 2.2.3 Marés oceânicas

A periodicidade das marés oceânicas tem relação com a interação gravitacional direta e em maior magnitude da Lua sobre as águas dos oceanos na Terra, e em menor proporção causada pela interação gravitacional exercida pelo Sol. A figura 2.4 mostra uma vista compreendendo a parte do Sistema Solar aonde a Terra, a Lua e o Sol estão interagindo gravitacionalmente.

**Figura 2.4** Representação das marés oceânicas.



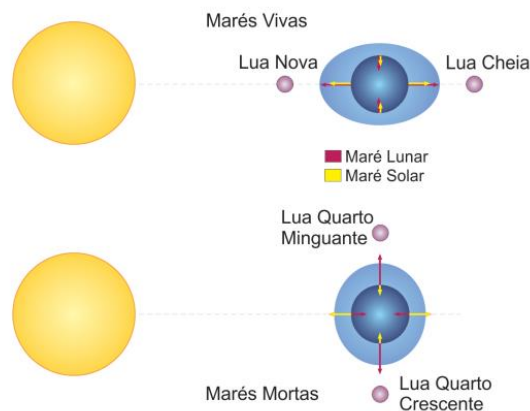
Fonte: <https://escola.britannica.com.br/artigo/mar%C3%A9/482673>. Ilustração sem escala real

As fases da Lua também têm influência sobre as marés, o que está relacionado com o fato de o Sol também produzir efeitos (menos distintos) de marés na Terra. De acordo com a região, é possível acontecer duas mares durante um intervalo de tempo de 24 horas. De acordo com o esquema da figura 2.4, as marés nas localizações A e C seriam altas e em B e D seriam baixas.

Dessa forma, se um observador na Terra se encontrar no lado voltado para a Lua, e dentro de uma das regiões de empilhamento de água (A), experimenta, naquele instante  $t_0$ , maré alta. À medida que a Terra gire, ele irá experimentar um abaixamento do nível das águas, que atingirá um mínimo ao passar em (B), quando a Lua se põe no seu horizonte. Em seguida, a altura das águas voltará a aumentar, até que, cerca de 12,4 horas após  $t_0$ , quando seu meridiano local estiver oposto à Lua (em C), as águas atingirão novo máximo, reiniciando um novo ciclo de marés (CARVALHO, 2007, p. 13).

Os pescadores experientes conseguem prever o comportamento das marés a partir de uma observação rápida da Lua no alto no céu (figura 2.5). Na verdade, essa relação se encontra no efeito líquido da ação da Lua sobre os oceanos na Terra, óbvio que considerado como oceano único.

**Figura 2.5** Ilustração sem escala da força das marés entre Sol, Terra e Lua.



Fonte: OLIVEIRA FILHO (2014, p.119).



A figura 2.5 pode ser usada para representar os dois extremos de intensidade das marés baixa e alta. As marés vivas, no sentido de serem marés de intensidade maior, ocorrem nas fases de Lua Nova e Lua Cheia, quando as forças gravitacionais entre o Sol e Lua estão alinhadas no mesmo eixo. As marés mortas, por sua vez, são marés de menor intensidade devido à interação gravitacional entre o Sol e a Lua ser nula nas Luas de Quarto Crescente e Minguante (OLIVEIRA FILHO, 2014, p.119).

A tabela 2.5 possuem dados aproximados dos astros: Terra, Lua e Sol fazendo umas sucintas demonstrações dos raios, distâncias e massas dos mesmos, portanto as informações contidas possam compreender os quais motivos dos movimentos destes astros.

**Tabela 2.5** Informações técnicas sobre Terra, Sol e Lua

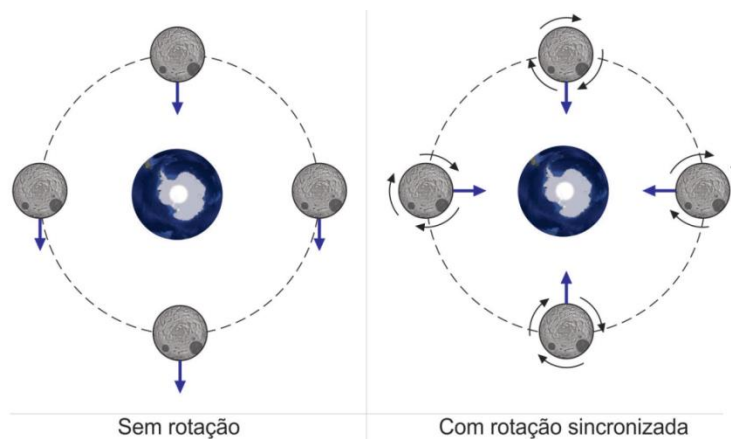
$R_{\text{Lua}}$	raio da Lua	1738 km
$R_{\text{Terra}}$	raio da Terra	6 370 km
$R_{\odot}$	raio do Sol	696 000 km
$d_{L-T}$	distância Lua-Terra	384 000 km
$d_{S-T}$	distância Sol Terra	149 600 000 km
$M_{\odot}$	massa do Sol	$1,98 \times 10^{30}$ kg
$M_{\oplus}$	massa da Terra	$5,97 \times 10^{24}$ kg
$M_{\text{Lua}}$	massa da Lua	$7,35 \times 10^{22}$ kg

Fonte: OLIVEIRA FILHO (p.88, 2014).

#### 2.2.4 Movimento orbital da Lua

A rotação a Lua tem um comportamento curioso em relação a mostrar sempre a mesma face voltada para Terra (figura 2.6, à esquerda). Para a Lua manter a mesma face voltada para a Terra é necessário que sua rotação tenha o mesmo período que a rotação da Terra, caso contrário esse movimento não seria sincronizado (figura 2.6, à direita).

**Figura 2.6** Movimento de rotação da Lua e a face visível na Terra.



Fonte: OLIVEIRA FILHO (2014, p. 55). Ilustração sem escala real

Esse comportamento pode estar relacionado ao processo evolutivo do próprio satélite natural do planeta, assim como também ocorre nos satélites naturais de Marte, nos galileanos de Júpiter, alguns de Urano e em Tritão de Netuno. Como descreve Oliveira Filho (p. 119, 2014):

Acredita-se que, no passado, o período de rotação da Lua era menor do que o seu período de translação em torno da Terra. Ao girar, ela tentava arrastar consigo os bojos de maré, que sempre ficavam alinhados na direção da Terra. Assim, havia um movimento relativo entre as diferentes partes da Lua, o qual gerava atrito, que por sua vez tendia a frear a rotação. Devido a esse atrito, a Lua foi perdendo energia de rotação até ficar com a rotação sincronizada, estado em que o período sideral e exatamente igual ao período de revolução (OLIVEIRA FILHO p. 119, 2014).

### 2.2.5 Eclipses solares e lunares

Os eclipses acontecem devido o alinhamento entre os astros Sol – Terra – Lua no plano da eclíptica, podendo ser classificados em solar e lunar. Um eclipse lunar acontece sempre a Lua entrar na sombra da Terra. Quando a Terra é atingida pela sombra da Lua, acontece um eclipse solar, sendo total sempre que o disco inteiro do Sol estiver atrás da Lua (OLIVEIRA FILHO, 2014, p. 57).

Em 1919 aconteceu o eclipse solar total (figura 2.7, à direita), talvez o mais famoso de todos os tempos, na cidade de Sobral-CE, destacando o Brasil no marco histórico da ciência (OLIVEIRA, 2018). Sua importância para a revolução da ciência está diretamente relacionada a consolidação observacional da Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein.

**Figura 2.7** Eclipse Solar e pesquisador Alyrio de Mattos faz observação em de 1919, em Sobral - CE



Fonte: OLIVEIRA (2018).

### 2.2.6 As Leis de Kepler para as órbitas dos planetas

O astrônomo Johannes Kepler (1571-1630) foi um grande defensor do heliocentrismo por intermédio de estudos de Copérnico. A princípio seus estudos estavam centrados na teolo-

gia, mas posteriormente Kepler, no ano de 1594, se tornou professor de Matemática e Astronomia. Por forte influência da igreja católica e devido ao movimento da contra-reforma, por ser protestante, foi expulso da cidade e foi morar em Praga com Tycho Brahe, grande astrônomo dinamarquês que teve um observatório chamado *Uranienborg* na ilha de *Ven*, no *Öresund*, entre a Dinamarca e a Suécia. Kepler dedicou seus conhecimentos “*a priore*” a Marte, por ser o planeta cujos dados eram menores. Conseguiu em seus estudos determinar diferentes posicionamentos da Terra, levando em consideração cada período sideral de Marte e em consequência disso pode traçar a órbita da Terra, verificando ainda que “essa órbita era muito bem ajustada por um círculo excêntrico com o Sol um pouco afastado do centro” (OLIVEIRA, 2014).

As leis de Kepler descrevem o movimento de corpos em torno de uma massa central, como é o caso do movimento planetário (OLIVEIRA FILHO, 2014, p. 80):

- A primeira lei é a Lei das órbitas (1609): “*diz que os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol que ocupa um dos focos da elipse como consequência da órbita ser elíptica, a distância do Sol ao planeta varia ao longo de sua órbita*”.
- A segunda lei é a Lei das áreas (1609): “*a reta unindo o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais. O significado físico dessa lei é que a velocidade orbital não é uniforme, mas varia de forma regular: quanto mais distante o planeta está do Sol, mais devagar ele se move. Dizendo de outra maneira, essa lei estabelece que a velocidade areal é constante*”
- A terceira lei é a Lei harmônica (1618): “*o quadrado do período orbital dos planetas é diretamente proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol. Essa lei estabelece que planetas com órbitas maiores se movem mais lentamente em torno do Sol e, portanto, isso implica que a força entre o Sol e o planeta decresce com a distância ao Sol*”.

### 3 A TEORIA DE ENSINO APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

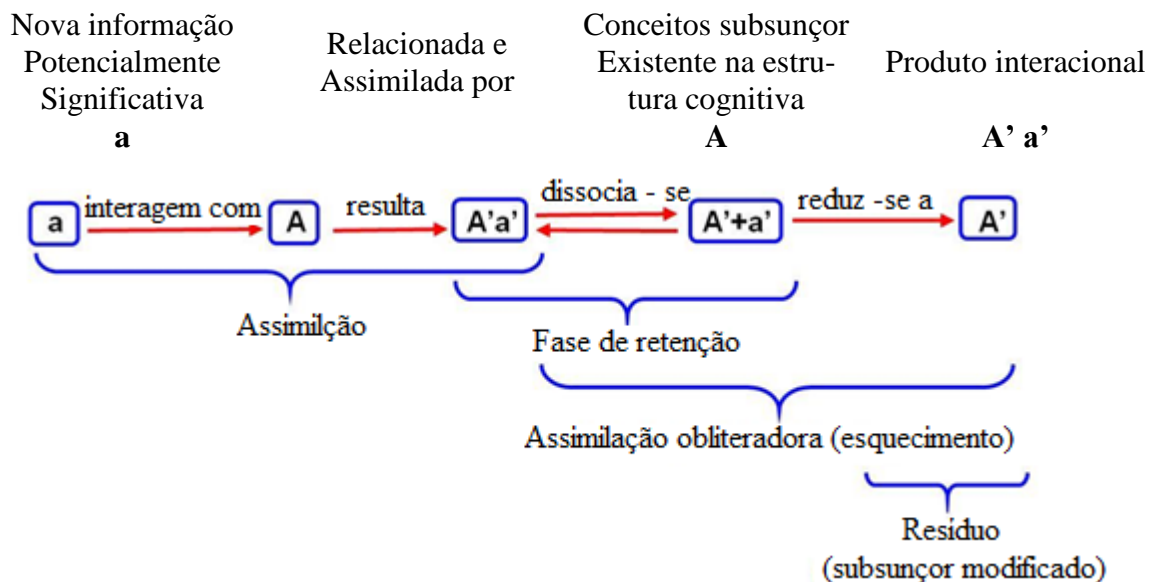
Este trabalho foi desenvolvido para ser aplicado com alunos de primeiro ano de Ensino Médio usando a Teoria de Aprendizagem significativa de David Ausubel (2003). O professor Marcos Antônio Moreira, um dos precursores dessa teoria no Brasil, onde mais tarde aperfeiçoou com a aprendizagem significativa crítica (2017), sendo hoje usada e adotada e muitas escolas pelos professores do ensino fundamental e médio.

#### 3.1 Aprendizagem significativa de David Ausubel

Este novo método de ensinagem<sup>2</sup>, “aprender com significado”, foi apresentado pelo psicólogo David Ausubel (1918-2008) em 1963 e trazido para o Brasil por Marcos A. Moreira, que assentia com a mesma ideia, bem como a relacionava com as novas teorias da época, como por exemplo, a teoria de Jean Piaget (1896 -1980) e Lev Vygotsky (1896 - 1934), pois os conhecimentos prévios ou *subsunçores*<sup>3</sup> seriam importantes quando estão relacionados a novos conhecimentos.

A teoria busca aproveitar os conhecimentos internalizados dos alunos e a partir desses conhecimentos (dos quais os alunos já possuem) poder somar novos conhecimentos, como mostra o processo de assimilação pelo educando sintetizado no diagrama da (figura 3.1) a seguir:

**Figura 3.1** Processo de Assimilação.



Fonte: MOREIRA (2017, p. 69)

<sup>2</sup> Dicionário Aurélio WEB, 2019.

<sup>3</sup> É o conhecimento prévio do discente.

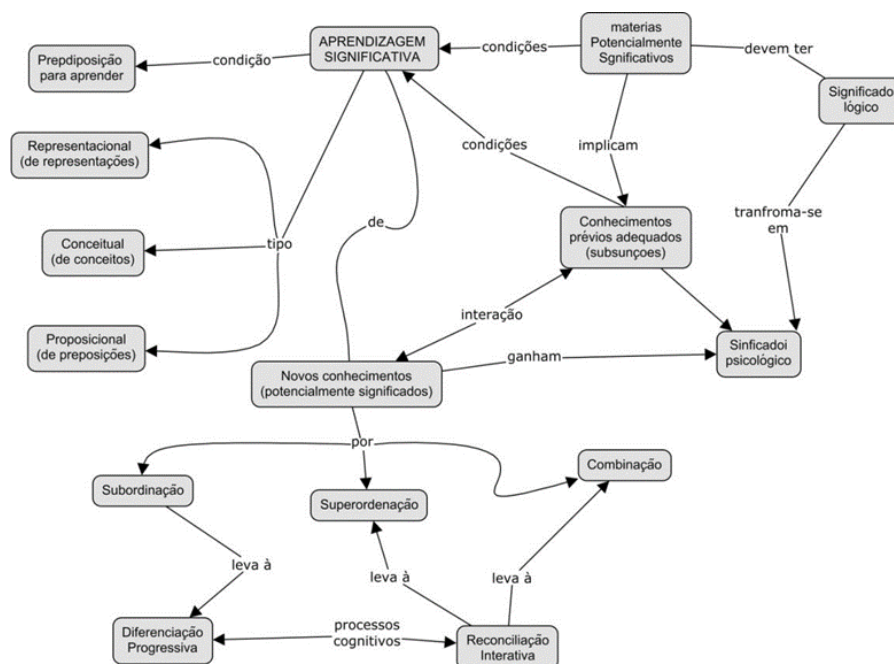
Para Moreira (2017) a figura 3.1 destaca que aprendizagem subordinada ao conhecimento prévio do educando vigora como uma âncora para novos conhecimentos, sempre interagindo no sistema, ou melhor, aqueles conhecimentos adquiridos ao longo da vida cotidiana serão acrescidos de novos conhecimentos e a partir desse são construídos novos conhecimentos. Assimilação é a forma mais universal de aprendizagem significativa, como mostrado no diagrama dessa figura.

A exemplo, uma pessoa que mora próxima à praia compreende que maré enche e seca de acordo com as fases Lua, mas ele desconhece que esse fato também está relacionado quando a Terra se movimenta do seu eixo e que o continente vai de encontro com as águas provocando assim as ondas.

Conforme ainda o autor acima citado, “*aprendizagem com significado, com compreensão, de novos conhecimentos, essa variável seria os conhecimentos prévios do aprendiz*” (AUSUBEL, 2003). Sem dúvida, o aluno busca aprimorar seus conhecimentos, adquiridos ao longo dos estudos, buscando sempre um passo de cada vez. As experiências com determinado conhecimento visto durante sua história de vida devem ser acrescidas de novos conhecimentos usando os anteriores como ancoragem.

A figura 3.2 mostra uma proposta de mapa conceitual da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel, descrito por Moreira (2017) em sua obra “Ensino e Aprendizagem Significativa”.

**Figura 3.2** Aprendizagem significativa de David Paul Ausubel



Para Moreira (2017) existem certas condições para que o educando possa ter uma aprendizagem significativa. Entre essas destacamos a predisposição e materiais com potencial e subsunçores adequados. O aluno precisa ter uma disposição para aprender, nesse sentido, entende-se pré-dispor de uma vontade para assimilar as informações, caso contrário, essa abertura acarretará na não aprendizagem significativa. Os recursos utilizados com esse aluno devem possuir algo atrativo para aprendizagem. O outro e último é a utilização de subsunçores adequados, por exemplo, aplicando um novo conhecimento em que o educando não possua informações prévias, ele não obterá êxito, pois precisa de conhecimentos prévios ligados aos novos conhecimentos.

Moreira ainda aponta que a aprendizagem com significado acontece por três meios distintos: *subordinação*, *superordenação* e *combinação*. A subordinação é o método mais óbvio da AS, pois usa o sistema de subsunçores, aqueles conhecimentos prévios existentes no aluno e a partir desses é acrescentado novos conhecimentos, desde que haja desvinculação dos mesmos.

Para Ausubel, a AS por meio da subordinação é:

Quer na aprendizagem conceptual, quer na proposicional, as informações novas e potencialmente significativas ancoram-se, mais frequentemente, a ideias relevantes mais gerais e inclusivas na estrutura cognitiva do aprendiz. Tem-se vindo a referir este processo de relacionamento de novas informações com segmentos subordinantes relevantes e preexistentes da estrutura cognitiva como aprendizagem de *subsunção*. Uma vez que a própria estrutura cognitiva tem tendência a ser organizada, em termos hierárquicos, no que toca ao nível de abstração, generalidade e inclusão de ideias, a emergência de *novos* significados proposicionais reflete, de um modo geral, uma relação *subordinada* do novo material a ideias mais subordinantes existentes na estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2003, p. 93).

Esses *subsunçores* seguem uma ordem hierárquica e depois que novos conhecimentos são assimilados tornam-se *subsunçores* novamente, servindo de ancoragem para novos conhecimentos e assim sequentemente.

### **3.2 Aprendizagem significativa crítica de Marcos A. Moreira**

Como mencionado anteriormente, a aprendizagem significativa consiste na interação entre um conhecimento novo e o conhecimento prévio (MOREIRA, 2017). Entretanto, esse mesmo autor ainda destaca que numa visão contemporânea a aprendizagem significativa deve ser “crítica, subversiva, antropológica” (p, 12). Isso significa que não basta apenas apreender novos saberes, é necessário apreendê-los de forma crítica e indagativa. Moreira ainda ressalva que mesmo vivendo e fazendo parte de uma sociedade é preciso criticá-la e “distanciar-se dela e de seus conhecimentos quando ela está perdendo rumo” (Idem, p.12).

A teoria da aprendizagem crítica de Marcos Antônio Moreira é fruto de um estudo feito numa dissertação de mestrado profissional por uma Universidade Brasileira para Professores da Educação Básica sendo, portanto, aplicado aqui no Brasil servindo de aplicabilidade no exterior devido às críticas que esse estudo oferta. O estudo está pautado no contexto contemporâneo no qual, esse mesmo autor faz várias críticas de como o mesmo se encontra. Moreira reflete em sua obra trechos claros da fragmentação e despreparo da estrutura do ensino ofertado pelos professores devido suas condições precárias de trabalho, da redução do número de aulas em determinadas disciplinas, precisamente a disciplina de Física, levando os professores a ofertarem suas aulas de forma mecânica, com isso, causando má formação com relação à aprendizagem significativa dos alunos.

O autor ainda faz severas críticas à forma de ensinar pelos professores com conteúdo do século passado como se o tempo não oscilasse. Determinados conteúdos do século XIX continuam sendo aplicados em sala. Um estudo pautado na educação tradicional. Um tipo de educação bancária, onde o professor dita as regras e o aluno apenas absorve de modo passivo sem contestar e expressar sua opinião. Para Moreira (2017) “ Na Física, por exemplo, continua se ensinando alavancas, o plano inclinado, o MRU, ... e nada de quântica, de partículas, de plasma, e supercondutividade ...”. Outrossim, esse tipo de ensino apregoado na maioria das escolas brasileiras está fora de contexto e foco, uma vez que, muitos deles não incorporam as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) levando o aluno ao desinteresse em aprender determinados conceitos. O autor considera o ensino de hoje desatualizado, sem conteúdos e tecnologias, focado apenas na figura do professor, no comportamento e nos testes de aproveitamento de notas.

## **4 DESCRIÇÃO E APLICAÇÃO DO PRODUTO**

Neste capítulo será apresentado o produto educacional que é tema desta dissertação, com destaque para as atividades desenvolvidas durante sua implementação.

### **4.1 Tipo de pesquisa**

O tipo de pesquisa utilizado no referido trabalho foi a pesquisa qualitativa. A utilização desse tipo de pesquisa permite ao pesquisador obter aspectos importantes da realidade dos estudantes.

Para Minayo (1995), a pesquisa qualitativa é um mundo de aspirações, significados, motivos, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

Aplicada inicialmente em estudos de Antropologia e Sociologia, como contraponto à pesquisa quantitativa dominante, tem alargado seu campo de atuação a áreas como a Psicologia e a Educação. A pesquisa qualitativa é criticada por seu empirismo, pela subjetividade e pelo envolvimento emocional do pesquisador (MINAYO, 1995).

Assim, a mesma compreende um conjunto de características importantes para a produção do conhecimento escolar.

Corroborando com esse pensamento sobre a pesquisa qualitativa, Massoni e Moreira (2017, p. 52) “considera uma existência de uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito. É descritiva, interpretativa, utiliza o método indutivo e foca principalmente no processo e nas perspectivas dos atores sociais envolvidos (professores, alunos, administradores, colaboradores e etc. [...])”.

### **4.2 Sujeitos da pesquisa**

A população da pesquisa foi constituída por alunos e professores da Escola Profissionalizante Guilherme Teles Gouveia, localizada na cidade de Granja/CE, na CE 85, Km 324, Sítio Iperuy, a cerca de 330 km de Fortaleza/CE e aproximadamente 100 km de Sobral/CE.

Os sujeitos que participaram do processo de investigação foram constituídos de 01 (um) professor no exercício do magistério e 35 (trintas) alunos da turma do 1º ano do curso de Agroindústria com a idade entre 15 a 17 anos.

### **4.3 Sequência didática utilizada para aplicação do produto**

Para melhor compreensão, relataremos em detalhes a sequência didática utilizada nesta pesquisa:



### Primeiro momento

Inicialmente foi apresentada a proposta ao corpo diretor e pedagógico da escola. É importante esta etapa para que eles tomem ciência do teor conteudista da proposta e também para o professor conhecer os espaços e recursos disponíveis na escola para a realização do trabalho, além de conhecer a rotina, os horários e o regimento escolar. Isso pode ser realizado com o auxílio do professor titular da escola (figura 4.1)

**Figura 4.1** Visita ao laboratório de Física. Na imagem aparece o autor, Agenildo Alves (mais abaixo), e o professor de Física da E. E. P. Guilherme Teles Gouveia, André Luiz Rocha (acima).



Fonte: Autores do projeto.

### Segundo momento

Em seguida foi apresentado aos alunos a proposta e as atividades a serem realizadas. Este momento é interessante para vivenciar a aceitação, a curiosidade e a ansiedade inicial dos alunos (figura 4.2). Nesta conversa inicial com os alunos ficou acordado que a proposta pedagógica da escola não seria alterada, pois o capítulo de gravitação se encontrava dentro da mesma, no seu próprio livro didático.

**Figura 4.2** Apresentação do cronograma das oficinas



Fonte: Autores do projeto.

### **Terceiro momento**

Neste momento foi aplicada uma dissertação usando palavras motivadoras ao tema que teve como objetivo detectar os “*subsunçores*” dos alunos com relação à disciplina de Física, pautados no eixo de observação da Astronomia. Sendo assim, o roteiro da instrumentalização da pesquisa consistiu na entrevista descritiva. A entrevista, conforme Dencker (1998, p. 137) “é uma comunicação verbal entre duas ou mais pessoas com um grau de estruturação”.

### **Quarto momento**

Em seguida foi feita uma análise das redações que consiste, primeiramente, em selecionar e dividir de acordo com as afinidades, por exemplo em grupos, (i) Escreveu e desenhou algo, (ii) Colocaram possíveis *subsunçores*, (iii) Somente desenho, sem contexto científico, (iv) Escreveu e desenhou, mas sem fundamentação.

### **Quinto momento**

Foi feita uma entrevista com os alunos com o intuito de colher mais informações que por venturas não colocaram na redação, os alunos sempre ficam receosos e acabam esquecendo algo importante, portanto, na entrevista será possível extrair mais conteúdos que ficaram retidos na hora de escrever suas dissertações.

### **Sexto momento**

Esta etapa corresponde a realização das oficinas com os *softwares Stellarium e Phet* e as atividades práticas utilizando materiais alternativos como o sistema solar em escala, leis das órbitas e geódromo alternativo. O objetivo central de estudar com conceitos de física usando preceitos da Astronomia para corrigir conceitos “errôneos” aprendidos nos anos anteriores. Para isso iremos utilizar materiais alternativos e softwares gratuitos para o processo de ensino aprendizagem crítica de Moreira (2017).

### **Sétimo momento**

Neste momento foi aplicado a redação pós-produto como objetivo de verificar a eficácia da proposta da sequência didática no processo de ensino aprendizagem para o movimento orbital aplicado dentro da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (2003).

#### 4.4 Aplicação do produto educacional

Este tópico ficou destinado à aplicação do produto educacional que teve como base a aprendizagem significativa de David Ausubel (2003), que considera que o conhecimento prévio do aluno é a chave para a aprendizagem significativa.

##### 4.4.1 Aplicação da redação do pré-produto

Foi sugerido que os alunos fizessem uma redação com o objetivo de colher e posteriormente diagnosticar os subsunçores dos estudantes (figura 4.3).

**Figura 4.3** Redação sendo aplicada com turma de primeiro ano



Fonte: Autores do projeto

A duração da aplicação da redação foi de 60 minutos, no entanto foi prorrogado mais 20 minutos para que alguns estudantes pudessem concluir sua atividade. Foi entregue a metade de uma folha A4 com as orientações da redação, porém os alunos teriam que escrever em folha do próprio caderno para ser entregue ao professor (visitante). Durante aplicação surgiram várias dúvidas como por exemplo: “*quantos planetas são, qual é a ordem deles, qual nome daquele que não existe mais*”, “*quantos eclipses são e como acontecem*” entre outras. Vale ressaltar que foram orientados que inicialmente não poderiam fazer questionamentos e nem os professores poderiam interferir, pois os mesmos estavam passando por uma avaliação, onde é importante que as respostas sejam sinceras e leais.

Nesse dissertação foram sugeridas palavras motivadoras, para estimularem os alunos a dissertarem a respeito do tema proposto. Por exemplo, sobre particularidades do céu visível durante a noite, segue o modelo:

## Sobre o Universo

Caro(a) estudante, a partir da leitura das palavras motivadoras e com base nos conhecimentos construídos ao longo de sua formação, redija um texto dissertativo sobre o tema “Astronomia: o que vi, escutei e aprendi”. Organize seu texto de forma coerente e coesa, com argumentos e fatos que ajudem para uma melhor descrição.

### Sugestão de palavras motivadoras:

Estações do ano; Eclipse; Satélites naturais e artificiais; Terra; Planetas; Sistema Solar; Movimento Orbital; gravidade; Sobral.

**Observação:** Não é necessário seguir a ordem e nem usar todas as palavras motivadoras sugeridas. Além disso, é permitido usar palavras motivadoras que você conhece e que não tenha sido sugerida, mas é importante que sua resposta seja sincera e coerente. É também permitido desenhar ou fazer gráficos, caso ache necessário para um melhor entendimento.

### 4.4.2 Entrevista com os alunos

Para entender as intepretações expressadas nas redações dos alunos foi realizado uma conversa individual com o aluno (mas pode ser em grupo, se o professor acreditar ser mais satisfatório e natural) (figura 4.4).

Indagar o aluno sobre o que ele escreveu poderá ajudar o professor a compreender não somente os equívocos e as deficiências, mas também possíveis oportunidades e experiências com as quais alguns desses alunos tiveram na sua vida escolar. O tempo para cada estudante pode ser estipulado em cinco minutos, mas isso é algo relativo e pode levar um pouco de tempo a mais a depender do aluno.

**Figura 4.4** Arguição da dissertação.



Fonte: Autores do projeto.

### 4.4.3 Oficinas

As oficinas foram ofertadas no Laboratório de Informática (LEI) da própria escola e foram utilizados os softwares *Stellarium* e *Phet* e as atividades práticas utilizando materiais alternativos como o sistema solar em escala, leis das órbitas e geódromo alternativo.

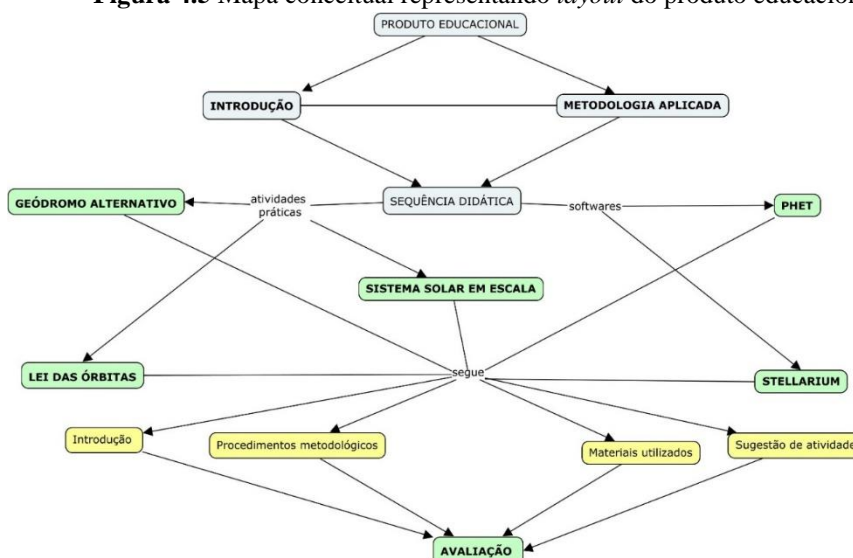
O *Software Stellarium* é um dos mais fantásticos e poderosos *softwares* educativos atualmente relacionado a assuntos da Astronomia e Astrofísica. Possui um *layout* elegante e interativo onde o usuário poderá ter acesso ao céu de sua cidade, sendo 100% gratuito e o usuário poderá fazer *download* em vários sistemas operacionais diretamente no site <https://stellarium.org/pt/>. Já o *software Phet* é um repositório de simulações em Java, no entanto, desde de 2018 os programadores estão mudando a linguagem para HTML5.

Durante as oficinas foram realizadas cinco atividades práticas. Duas usando os softwares 100% gratuitos e três usando atividades práticas com materiais alternativos para o ensino de astronomia.

A turma possuía cerca de 35 alunos, porém ficaram em duplas ou trios em cada computador para duas atividades com os softwares no LEI da escola. As oficinas com geódromo foram realizadas em grupo de quatro alunos. A participação nas oficinas com sistema solar em escala foi individual e as leis das órbitas de Kepler foram formadas duplas na própria sala de aula.

Cada experimento tem um roteiro direcionado para um questionário onde é trabalhado os conteúdos, com o comprometimento do processo de ensino aprendizagem. O produto educacional, obedece à linha de raciocínio proposta pelo mapa conceitual (figura 4.5).

**Figura 4.5** Mapa conceitual representando *layout* do produto educacional



Fonte: Autores do projeto.

A sequência didática faz necessário seguir a mesma ordem do mapa conceitual (figura 4.5), as atividades práticas sistema solar em escala, leis das órbitas e geódromo alternativo serão realizado em sala de aulas e os *softwares Stellarium e Phet* serão realizada no LEI da escola.

### Oficina 1ª - Geódromo alternativo

Esta atividade foi desenvolvida em grupo com quatro alunos cada grupo, durante duas (02) aulas de 50 min, sendo uma para montagem e outra para questionamentos.

O material para montagem do geódromo deve ser entregue aos alunos de modo que cada grupo receba o *kit* Terra - Lua contendo uma bola de isopor de 100 mm, uma bola de isopor de 40 mm de diâmetro, dois palitos de churrasco, dois elásticos, 4 alfinetes coloridos e o Kit Sol, contendo uma lâmpada de 10 watts, 3 m de fio duplo, soquete de porcelana, uma plug macho e uma base de papelão de 14 cm x 14 cm. Esses materiais estão ilustrados nas imagens abaixo (figura 4.6).

**Figura 4.6** Materiais utilizados na oficina.



Fonte: Autores do projeto.

Depois que o material foi entregue aos alunos foi solicitado aos estudantes que construíssem o experimento nos seus grupos, seguindo as orientações do professor. Na apresentação do experimento foram sugeridas as seguintes atividades para os alunos:

- Propor que os alunos coloquem um elástico na linha do equador, depois outro na dos meridianos.
- Um alfinete no trópico de câncer e logo depois um alfinete no trópico de capricórnio.
- Solicitar que coloquem outro alfinete no círculo polar ártico e outro no antártico.
- Propor que coloquem todos os “planetas” no círculo para que se possa discutir os equinócios e solstícios, as estações do ano e marés.

O momento fundamental da oficina foi a apresentação dos grupos e as discussões orais coletivas.

**Figura 4.7** Demonstração dos equinócios, dos solstícios e eclipse solar



Fonte: Autores do projeto.

Logo depois da apresentação solicitou-se que fizessem um círculo para os questionamentos no grupão. O grande potencial educacional do geódrono é o poder de despertar a curiosidade dos estudantes, por este motivo colocou-se na primeira oficina.

Dentro desse contexto, foi feito alguns questionamentos ao grupão “*alguém aqui mora em Camocim-CE? Vocês sabem por que a maré baixa e sobe?*”. Resposta do aluno 03 “*sim, professor, mas não sei o porquê que acontece*”. “*Alguém viu um eclipse solar?*”, “*E um lunar?*”, “*Por que não é fácil visualizar um eclipse solar na nossa região?*”.

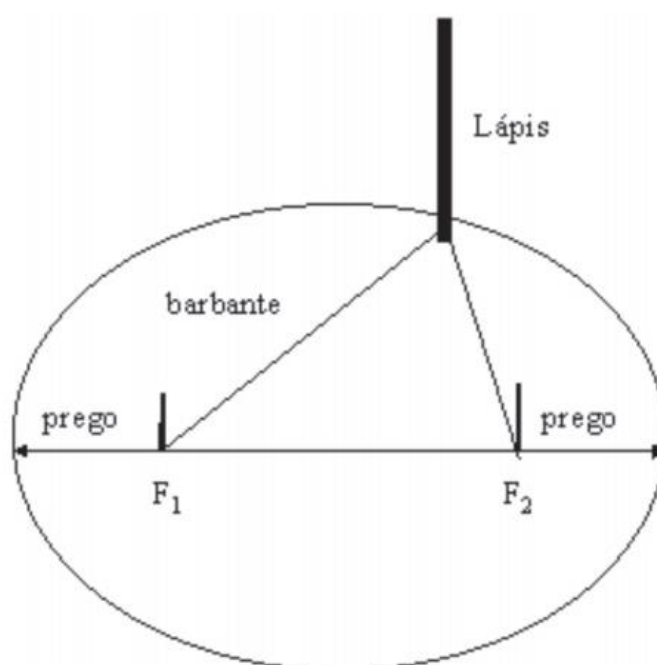
Aproveitando essa mesma atividade em uma outra situação, foi solicitado aos alunos que representassem teatralmente os dois eclipses. Nesta parte da atividade o aluno deveria descrever o que ele observaria no “céu” a partir de suas concepções pessoais. No caso de uma descrição equivocada, o que por vezes ocorreu, a intervenção ocorria com a representação correta do alinhamento dos astros.

Vale ressaltar que o tempo de duas (02) aulas não foram suficientes para o bom desempenho e que se atinja uma aprendizagem satisfatória; para isso o ideal seriam três (03) aulas.

### Oficina 2ª- Lei das órbitas

Esta oficina é a mais técnica de todas e foi a que deu mais trabalho para os alunos. Foi realizada durante duas (02) aulas de 50 min. Para facilitar o processo de construção, esta atividade foi desenvolvida em dupla, exatamente para que ambos ajudassem na construção das órbitas.

**Figura 4.8** Pregos nos dois focos da elipse.



Fonte: Canalle e Matsuura, 2007.

Primeiramente, foi entregue uma folha de papel A4 ao grupo e solicitou-se, de olhos fechados, que desenhasse a órbita da Terra e em seguida pediu-se que não o mostrasse. Para auxiliar no desenho, o uso de uma chapa de papelão abaixo da folha, como na figura 4.8, ajudará como apoio.

Para desenhar as órbitas é preciso executar dois passos:

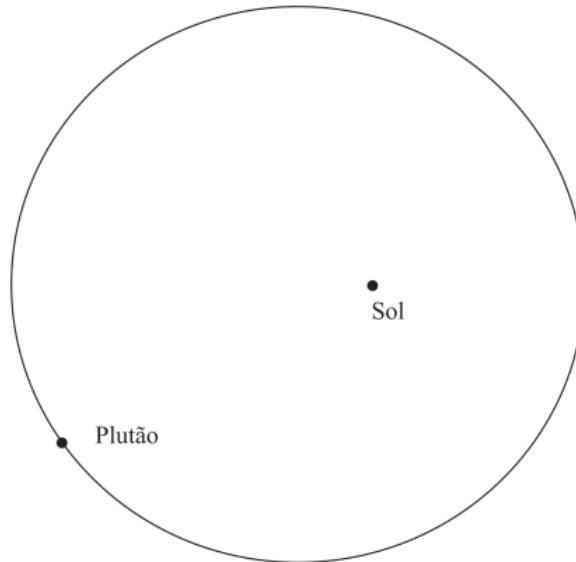
1. *Descobrir qual é a distância entre os focos. Conhecida a excentricidade “e” e escolhido o comprimento do eixo maior “A”, arbitrariamente, como sendo, por exemplo 20 cm, obtém-se a distância interfocal F, dada pelo produto*

$$F = e \cdot A.$$



Por exemplo, para a excentricidade de Plutão ( $e = 0,25$ ) e  $A = 20$  cm, temos que  $F = 0,25 \cdot 20 = 5,0$  cm (figura 4.9).

Figura 4.9 Órbita de Plutão com excentricidade 0,25



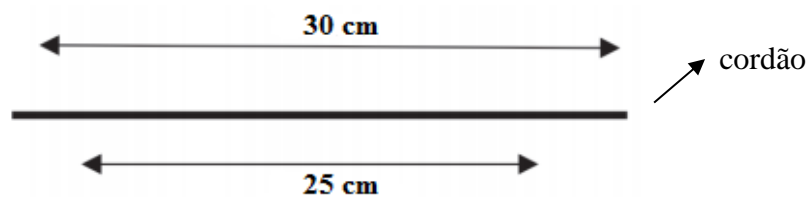
Fonte: Canalle e Matsuura, 2007.

2. Descobrir qual é o comprimento “L” do barbante a ser usado para desenhar a elipse. Usa-se o método do jardineiro, prendendo o barbante com pregos exatamente nos focos da elipse (figura 4.9). Esse comprimento é dado pela soma de  $F$  mais  $A$ , ou seja:

$$L = F + A .$$

Por exemplo,  $A = 20$  cm e  $F = 4,0$  cm, logo  $L = 24$  cm, assim sendo, é só cortar um pedaço de barbante com pouco mais de 24 cm, por exemplo, 28 cm, para que se possa amarrar as pontas do barbante, que definem o comprimento  $L = 24$  cm, como mostra figura 4.10. Um registro desta atividade é mostrado na figura 4.11.

Figura 4.10 - Tamanho do cordão em centímetro



Fonte: Escola, Canalle e Matsuura, 2007.

**Figura 4.11** Alunos desenhado as órbitas



Fonte: Autores do projeto.

Como descrito, atividade de desenho a mão livre e de olhos fechados exigia uma representação da órbita da Terra ao redor do Sol, assim como os discentes julgassem correta. A maioria dos desenhos apresentou essa órbita com a excentricidade muito elevada, tonando quase oval. Somente os garotos mostrado na (figura 4.11) chegaram bem próximo do desejado

O próximo momento foi a construção da órbita de Plutão. Esta atividade foi trabalhosa por que nem todos sabiam fazer o nó na medida certa, depois os pregos foram fixados nos focos no papelão (imagem direita da figura 4.11).

Em seguida foi feita a comparação entre as órbitas desenhadas com olhos fechados e calculada as excentricidades dos outros astros matematicamente com cordão. Contudo, essa atividade não possibilitou muita abertura para questionamentos, como a primeira do geódromo, de modo que duas (02) aulas de cinquenta minutos foram suficientes.

A oficina sobre a lei das órbitas foi a mais trabalhosa, pois precisava de manuseio de materiais como cordão que envolvia medidas precisas (soma das medidas das distância dos focos a um ponto sobre a elipse), além de colocar dois pregos entre os eixos focais da elíptica no papelão e desenhar uma órbita elíptica de acordo com excentricidade do planeta.

Essa atividade apresentou um grau maior de dificuldade por parte dos alunos, iniciando pela medição do tamanho do cordão. Outra dificuldade foi para se dar um nó nas extremidades

do cordão, formando um círculo com o cordão e abraçando-as nas extremidades dos pregos para quando fosse passar a caneta na lateral do barbante formando a elipse.

### Oficina 3ª - Sistema solar em escala

Esta oficina foi realizada com os alunos individualmente, durante duas (02) aulas de 50 minutos. Colocou-se primeiramente com cola uma fita branca (idêntica à que eles iriam utilizar na oficina) na parede (figura 4.12). Deve-se solicitar que alguns alunos voluntariamente se dirijam até essa fita e com o uso de pincéis de cores diferentes organizem os planetas de acordo com a percepção de posicionamento desses astros no sistema planetário. Foi comunicado que a fita deveria estar numa escala adequada ao nosso sistema solar, onde o início estaria o Sol e na outra extremidade estaria o plutão.

**Figura 4.12** Alunos desenhando os planetas



Fonte: Autores do projeto.

Seguindo com a oficina, foi entregue o material na sala de aula para os alunos desenharem seu próprio sistema solar que foi colocado no projetor as distâncias em escala em centímetros, mas também se pode entregar uma folha ou até mesmo escrever na lousa. Isso fica a critério de cada professor.

Logo depois, foi solicitado que alguns alunos fossem até a frente e anexassem junto com o que eles tinham feito previamente, para assim compararmos os resultados. A partir dos resul-

tados obtidos, os alunos tiveram uma real noção da disposição e distância até os planetas conhecidos do sistema solar, inclusive um deles questionando sobre Plutão, perguntou: “Professor, por que o Plutão não está sendo considerado um planeta no sistema solar?”.

Para concluir a oficina, o ideal é que fôssemos para a quadra esportiva com intuito de estudarmos um pouco sobre escala dos planetas, para assim cada aluno levar seu sistema solar em tira de papel, onde seriam escolhidos oito voluntários para representar os planetas na quadra. Essa atividade trabalharia as expectativas das distâncias, porém não foi possível devido o tempo da aula.

O professor também poderá escolher convenientemente uma escala para a realização desta atividade. Isso ajudará, por exemplo, a usufruir do espaço da escola de modo mais adequado, explorando todo o potencial desse ambiente. Seguindo a sugestão dada por Canalle e Matsuura (2007), podemos desenvolver uma atividade cuja escala de distância entre os objetos astronômicos possa advir de uma referência de comprimento conhecida. Adotado esse comprimento como a escala padrão é possível prever as distâncias entre os astros a partir de uma relação de proporcionalidade.

Seja, então, a escala dada pelo diâmetro do Sol (1.392.000 km), ao qual será representada no papel por uma escala de 80,0 cm. Tomando essa escala como referência é possível, por regra de três, encontrar, por exemplo, o diâmetro e a distância média de um determinado astro ao Sol (tabela 4.1).

**Tabela 4.1** Distâncias dos planetas em escala de centímetros

Planeta	Distância Média ao Sol (KM)	Distância ao Sol na Escala Adota (cm)	Distância ao Planeta Anterior (cm)
Mercúrio	57 910 000	5,8	5,8
Vênus	108 200 000	10,8	5,0
Terra	149 600 000	15,0	4,2
Marte	227 940 000	22,8	7,8
Júpiter	778 330 000	77,8	55,0
Saturno	1 429 400 000	142,9	65,1
Urano	2 870 990 000	287,1	144,2
Netuno	4 504 300 000	450,4	163,3
Plutão	5 913 520 000	591,4	141,0
Estrela Alfa Centauro	4,1 x 10 <sup>13</sup> km	4 067 800 (=40,7 km)	4 067 208,6

Fonte: Canalle e Matsuura (2007).

Outras atividades complementares, usando material de baixo custo, podem ser encontradas ainda na referência (CANALLE E MATSUURA, 2007). Entre essas, verificar o movimento de translação dos planetas e seus satélites e cometas ao redor do Sol, que pode ser feito

usando apenas barbante, cabo de vassoura e tira de papel. Outras exigem apenas a distribuição dos alunos no espaço da escola em configurações que possam representar, através de seus movimentos simultâneos, uma relação entre distância, tempo e velocidade entre os astros. Disso é possível compreender que a velocidade orbital dos planetas varia com a distância de sua órbita ao Sol e que o tempo de uma translação representa a duração de um ano no planeta.

#### Oficina 4ª - Software Phet

A quarta e quinta oficinas foram destinadas para os *softwares Phet e Stellarium* e que foram realizadas no LEI (Laboratório Educacional de Informática) da escola, onde ficaram três (03) ou dois (02) alunos por computador, sendo realizada durante duas (02) aulas de 50 min.

Foram projetados no quadro para os alunos os passos técnicos:

Após acessar o site do Phet para iniciar o processo de instalação para uso online da simulação, tem-se que: [https://phet.colorado.edu/\\_m/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/_m/pt_BR/)

==== 1º PASSO ====

Na página inicial do *Phet* (figura 4.13), na aba superior clicar em *simulations*. Depois em *Physics*, onde irá abrir uma página com várias simulações em *Flash*, Java e HTML5.

Figura 4.13 Página inicial no site Phet.



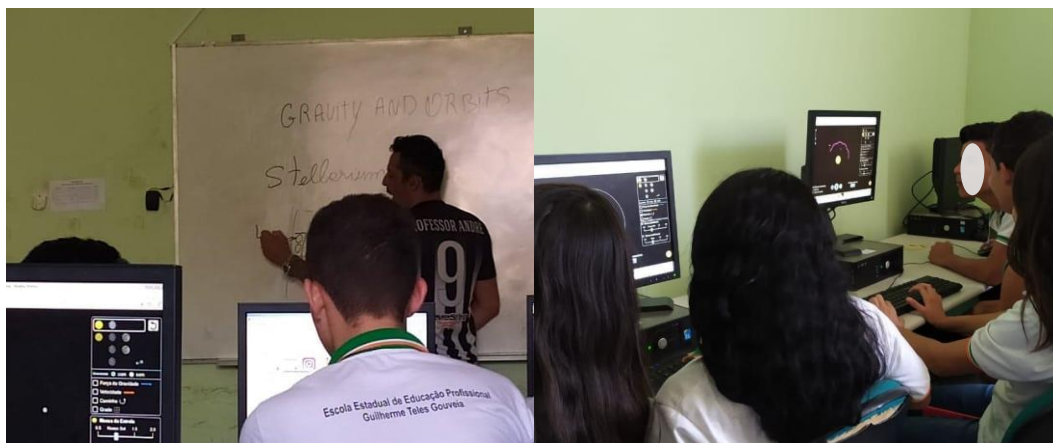
Fonte: Phet, 2019.

==== 2º PASSO ====

As simulações *Gravity and orbits* e *Gravity Force Lab: Basics* terão duas opções para visualização no modo *EMBED* e é possível executar online sem baixar no computador, de modo que a simulação não será instalada no equipamento. Optando pela opção *download*, o usuário poderá visualizar a simulação em modo *off-line*.

A discussão poderá iniciar a partir da apresentação dos principais comandos, com o auxílio de um projetor multimídia, onde os alunos devem seguir as orientações do professor, (figura 4.14, à esquerda). A primeira simulação utilizada pode ser gravidade e órbita, a segunda força gravitacional (figura 4.14 à direita).

**Figura 4.14** Aula com simulação do Phet.



Fonte: Autores do projeto.

Durante esta oficina foram trabalhadas as seguintes atividades:

- Mova o Sol, a Terra, a Lua e a Estação Espacial para ver como isso afeta a magnitude das forças gravitacionais e os caminhos orbitais desses objetos.
- Visualize os tamanhos e as distâncias entre os diferentes corpos celestes e “desligue” a gravidade para ver o que aconteceria na ausência dela.
- Escrever a relação entre o Sol, a Terra, a Lua e a Estação Espacial, incluindo suas órbitas, posições e períodos orbitais.
- Descreva o tamanho e a distância entre o Sol, a Terra, a Lua e a Estação Espacial.
- Descreva como a gravidade influencia na dinâmica do Sistema Solar.
- Identifique as variáveis que estão relacionadas com a força da gravidade.
- Faça uma previsão e descreva como o movimento orbital de um planeta poderia ser afetado nos casos onde a interação gravitacional com o Sol aumentasse (ou diminuísse).

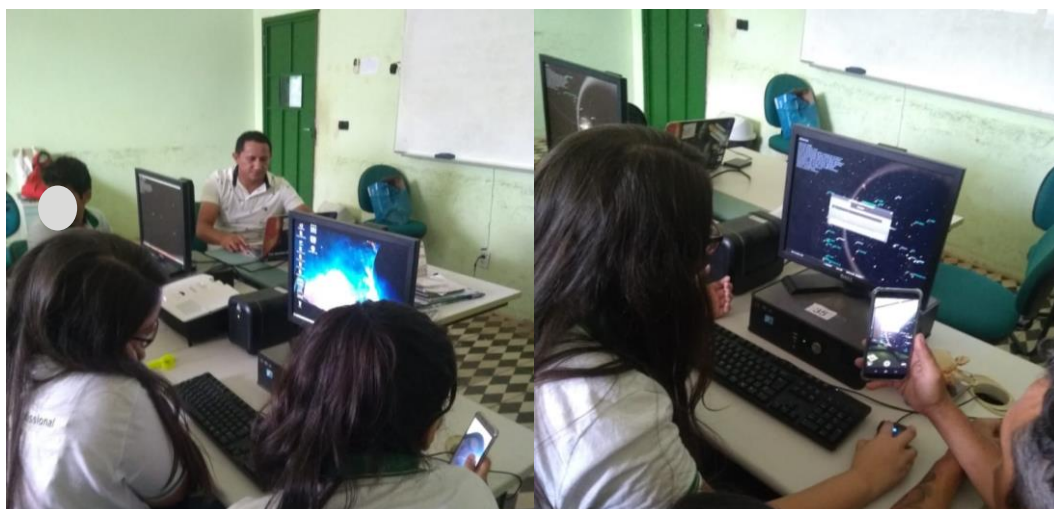
### **Oficina 5ª - Software Stellarium**

No *layout* inicial do *Stellarium* para esta atividade os alunos configuraram a localização de Granja-CE, que está a 8 m de altitude ao nível do mar. Foi orientado que no lado esquerdo

da tela (barra vertical) estão os ícones das janelas de configurações complexas e na barra horizontal logo abaixo as de configurações rápidas.

Os alunos foram conduzidos até o laboratório de informática e foram formando duplas em cada computador (figuras 4.15 à direita). Para auxiliá-los, foram demonstrados alguns recursos e a sequência do roteiro proposto (figura 4.15 à esquerda).

**Figura 4.15** Aula com simulação do *Stellarium*



Fonte: Autores do projeto.

Nesta atividade conseguiu-se visualizar os eclipses lunares e também o solar, assim como realizar previsões para esses fenômenos. O programa possibilitou, também, “viajar” para o Chile e de lá visualizar um eclipse solar.

Um aluno, quando estava visualizando o movimento retrógrado de Marte, indagou: “Professor, o Sol possui órbita?”. Resposta sucinta que sim, uma pequena órbita dentro de nossa galáxia.

Outro aluno: “professor existe outro movimento da Terra fora os que a gente aprendeu e o retrógrado?”.

Na última oficina, com software Stellarium, também realizado no LEI, aconteceu um problema técnico; o responsável pela instalação do programa nos computadores da CREDE 4 – Camocim, instalou uma versão antiga do Stellarium, porém conseguiu-se visualizar o movimento retrógrado do planeta Marte (figura 4.16).

**Figura 4.16** Aluna simulando o movimento retrógrado de Marte no *Stellarium*



Fonte: Autores do projeto

#### 4.4.4 Aplicação da redação pós-produto

Após aplicação da sequência didática com as cinco (05) oficinas, foi aplicado a redação pós-produto, porém no dia da aplicação faltaram 20 alunos do total de 35, sendo apenas 15 alunos avaliados (figura 4.17). Segundo o professor regente da sala, o motivo foi doença, e obviamente, final de ano próximo, que depois da euforia do ENEM, existe essa dispersão por parte da turma. Mesmo assim, as quinze dissertações foram analisadas e comparadas com as aplicadas anteriormente. Mesmo com a quantidade reduzida selecionou-se em grupos, mas expondo apenas um de cada grupo. Foi entregue a redação em papel timbrada A4.

**Figura 4.17** Alunos fazendo a redação pós - produto



Fonte: Autores do projeto.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O capítulo que se segue será destinado à análise dos resultados da pesquisa. A pesquisa estará pautada na Análise de Conteúdo sobre os postulados de Laurence Bardin<sup>4</sup>. Para tanto, o mesmo estará dividido em três importantes etapas: a etapa da pré-análise, a exploração do material e por último o tratamento dos resultados.

A Análise de Conteúdo, conforme Bardin (2011) é:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 47).

Nessa linha de pensamento, entende-se que essa análise tem por função levar o pesquisador a entender as características, estruturas dos fragmentos de mensagens tornando-os considerações. Nesse caso, o pesquisador deve se desdobrar para procurar entender o “sentido da comunicação, como se fosse o receptor normal, e, principalmente, desviar o olhar, buscando outra significação, outra mensagem, passível de se enxergar por meio ou ao lado da primeira” (CÂMARA, 2013, p. 182).

O primeiro passo se destinou a fazer inferência sobre a pré-análise das entrevistas. Conforme Bardin (2011), a pré-análise é a fase da organização do trabalho. Nessa fase, deve-se construir o esquema do trabalho bem como a seleção de suas leituras.

De acordo ainda com Bardin, envolve a leitura “flutuante”, ou seja, um primeiro contato com os documentos que serão submetidos à análise, a escolha deles, a formulação das hipóteses e objetivos, a elaboração dos indicadores que orientarão a interpretação e a preparação formal do material. Iniciou-se o trabalho escolhendo os documentos a serem analisados, no caso, as dissertações. As mesmas foram transcritas em partes, sem a omissão de detalhes importantes e assim constituíram “o corpus da pesquisa” (BARDIN, 2011, p 67).

O segundo passo foi a exploração do material. De acordo com Bardin, nessa fase ou fase de exploração do material, consiste na construção das operações de codificação, considerando-se os recortes dos textos em unidades de registros, a definição de regras de contagem e a classificação e agregação das informações em categorias simbólicas ou temáticas (BARDIN, p. 43, 2011).

---

<sup>4</sup> Laurence Bardin, autora da referência em tela, é professora de Psicologia na Universidade de Paris V e aplicou as técnicas de Análise de Conteúdo na investigação psicossociológica e nos estudos das comunicações de massas.

Assim, foram selecionadas as entrevistas que mais estiveram em conformidade com o objetivo proposto, das quais estarão dispostas na seção 5.1 (Contextualização das entrevistas). Após as entrevistas escritas, foram descritas na íntegra, conforme texto escrito pelos alunos. A última fase destinou-se ao tratamento dos resultados. O tratamento dos resultados, ainda conforme essa mesma autora, consiste em captar os conteúdos manifestos e latentes contidos em todo o material coletado (entrevistas, documentos e observação) (BARDIN, 2011, p. 57).

A inferência na análise de conteúdo se orienta por diversos polos de atenção, que são os polos de atração da comunicação. “É um instrumento de indução (roteiro de entrevistas) para se investigar as causas (variáveis inferidas) a partir dos efeitos (variáveis de inferência ou indicadores, referências)” (BARDIN, 2011, p. 137). Vale salientar que a análise do tratamento dos resultados estará disposta na seção 6.3 (Reflexões sobre as Narrativas).

### **5.1 Contextualização das entrevistas**

O instrumento de pesquisa utilizado para a entrevista foi um texto dissertativo com apenas uma pergunta para nortear o entendimento relacionado aos conhecimentos de Física e Astronomia que iriam ser descritos no papel e entregues no tempo pré-estabelecido. Acredita-se que essa seria uma forma de deixar os informantes à vontade, pois estariam mais livres para contar aquilo que eles achassem relevantes na construção de suas narrativas enquanto alunos.

Considerando que este trabalho parte de uma pesquisa qualitativa, acredita-se que deixar os entrevistados confortáveis diante da presença do pesquisador é ponto fundamental, por isso, optou-se por não utilizar entrevista aberta.

A proposta inicial desta dissertação é propor uma Sequência Didática (SD) para os professores de Física e Ciências para que os mesmos possam trabalhar com conceitos de Física usando preceitos da Astronomia nos primeiros anos do ensino ou em qualquer ano do Ensino Fundamental, especificamente, diagnosticando os “*subsunçores*”, através de uma dissertação proposta para que os alunos demonstrem por meio de um texto desenho ou gráficos, conceitos a respeito de temas, utilizando palavras motivadoras.

Vale salientar que as entrevistas contextualizadas, bem como as narrativas, não serão identificadas pelo nome ou iniciais para proteger a identidade dos entrevistados. A entrevista ocorreu entre os meses de agosto e dezembro do corrente ano. Serão apresentadas as categorias dos 04 (quatro) grupos pelas descrições de: Aluno 1, 2, 3 e 4.

## 5.2 Intervenções durante as oficinas

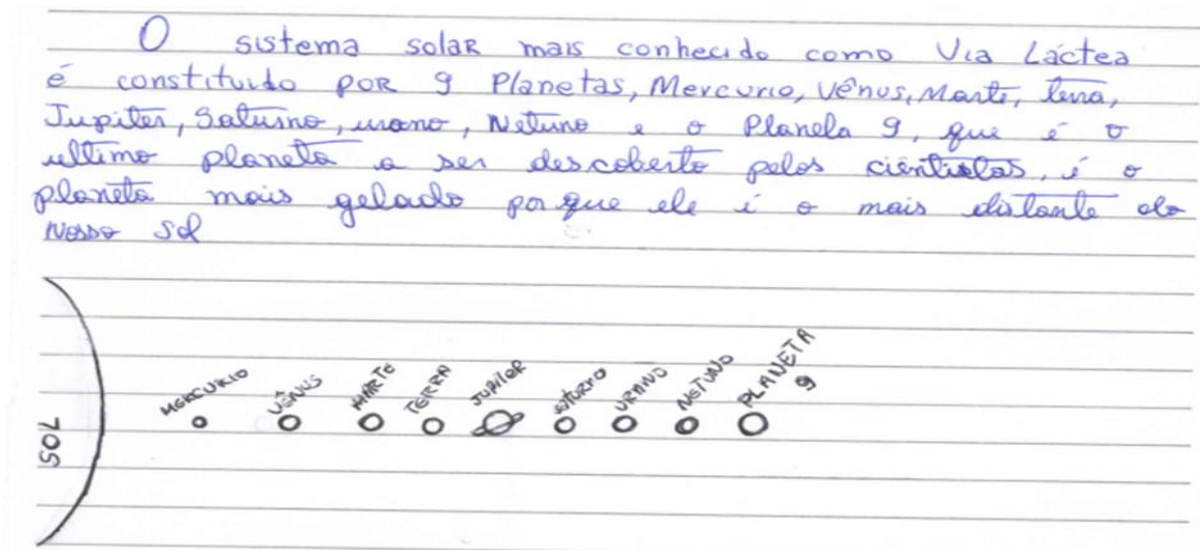
### 5.2.1 Antes da aplicação do produto

Como mencionado anteriormente, foram um total de 35 alunos que participaram da pesquisa. Entretanto, vale salientar que apenas 20 dos textos redigidos foram selecionados para serem analisados. Outrossim, essas 20 narrativas foram distribuídas em quatro grupos e estes, estarão elencados no produto educacional disponível no apêndice. Foi retirado de cada grupo apenas uma dissertação na íntegra para ser analisada. A pergunta norteadora que deu impulso à construção das dissertações foi que a partir dos conhecimentos adquiridos no produto educacional, redigissem um texto com a temática “**O que há acima de nós?**” Logo abaixo serão analisadas as melhores dissertações.

GRUPO 1 – Escreveu e desenhou algo.

ALUNO 1 – Durante a entrevista o aluno foi questionado sobre a sua descrição e o mesmo relatou que “*gosto muito de planetas e estava lendo na internet sobre o Planeta Nove*”. Citou ainda que era um planeta “hipotético” e viu essa informação em uma reportagem, porém, não soube explicar porque ele ainda não tinha nome e o que o tornava mais gelado. Ainda comentou que, segundo ele, só se interessou pelo sistema solar.

**Figura 5.1** Pré-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 1: Que escreveu e desenhou



Fonte: Autores do projeto.

ALUNO 2 – A aluna cita “gosto de eclipse, porque vejo sempre o lunar”. Não gosta dos outros temas gosta de eclipse. Quando indagada sobre o desenho que fez, ela disse que lembrou apenas do desenho do eclipse aparente.

**Figura 5.2** Pré-produto, dissertação do aluno 2 do grupo 1: Que escreveu e desenhou



Fonte: Autores do projeto.

2º GRUPO – Colocaram subsunçores interessantes.

ALUNO 1 - Aluno relata “gosto muito de astronomia e astrologia.” Indagado sobre o termo espaço/tempo na sua dissertação: “por que tempo retarda dependendo do lugar onde esteja”. Sobre as marés: “como a Terra é maior puxa a lua, como a lua não pode puxar a Terra, então puxa a água”. Por que não desenhou? “Não sou bom de desenho”. Sobre Sobral, não soube relacionar. Também comentou sobre formação dos planetas.

**Figura 5.3** Pré-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 2: Colocaram subsunçores interessantes

O universo é constituído de vários outros, elementos, planetas, galáxias entre outros sendo a extensão de espaço tempo, está em constante expansão desde de sua gênese. Durante a isso existe também vários fenômenos maiores que como consequência geram menores, como exemplo a gravidade que gera a força atrativa entre dois corpos distintos ou não, em efeito maior, um corpo com grande massa como um planeta gera força gravitacional sobre um asteroide girando em seu meio. Em escala ainda maior entre o sol e a terra por exemplo, com o movimento de translação causado pelo movimento orbital entre não só a terra mas com outros planetas do sistema solar. Em meios menores em relação a gravidade existe também os satélites naturais como a de nosso planeta, a lua, a lua é responsável pelo controle das marés, pelas equinócios e solstícios e ainda podendo causar seu próprio fenômeno natural com a ajuda do sol denominado eclipse, o eclipse se divide em solar e lunar e ocorre em períodos determinados de ano quando alinhada a lua no ponto certo da terra combinado com a luz do sol pois a lua puxa a terra e a terra puxa a lua com a Parelhas em seu movimento orbital.

Fonte: Autores do projeto.

ALUNO 2 - Cita que gosta de Ciências desde quando estava em Fortaleza, onde estudava em escola particular, e que um dia visitou o planetário Centro Dragão do Mar. Citou também que o universo observável é onde luz a permite chegar. “Viajar no espaço não mede em km, mas ano luz, referencial em distâncias e somos um grão de areia no deserto”.

**Figura 5.4** Pré-produto, dissertação do aluno 2 do grupo 2: Colocaram subsunçores interessantes

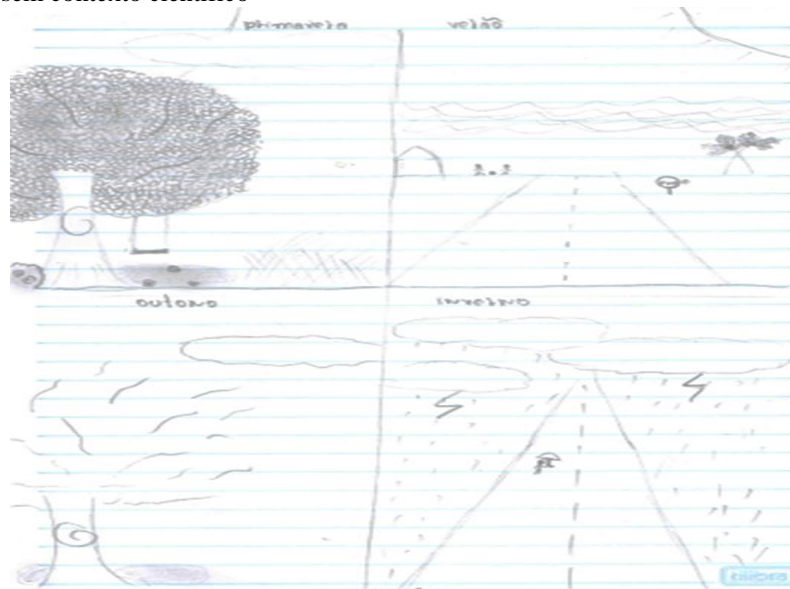
Meu Primeiro contato com astronomia foi durante  
 um passeio ao Planetário de Curitiba que fiz com  
 minha turma de 4<sup>o</sup> ano foi bem interessante por  
 isso tivemos vários pontos sobre o assunto:  
 uma coisa que me chamou atenção foi o tamanho  
 do universo a medida dele não pode ser medida em  
 metros, mas sim em anos-luz. Lembra da terra para  
 a distância mais distante são milhões de anos-luz  
 o tamanho do universo observável é de mais de  
 trilhão de milhões de anos-luz a terra é só  
 uma pequenina neste universo tão vasto.  
 e onde observamos a porta mais limitada por  
 os nossos olhos até a onde a luz foi desde  
 seu nascimento e tudo bem, mas isso é o que temos.

Fonte: Autores do projeto.

GRUPO 3 – Somente desenho, sem contexto científico.

ALUNO 1- Ao ser indagado sobre os desenhos, comenta que está sem ideia para re-  
 presentar as estações do ano. Comenta que cada verão, Sol, ..., inverno é chuva e neve.

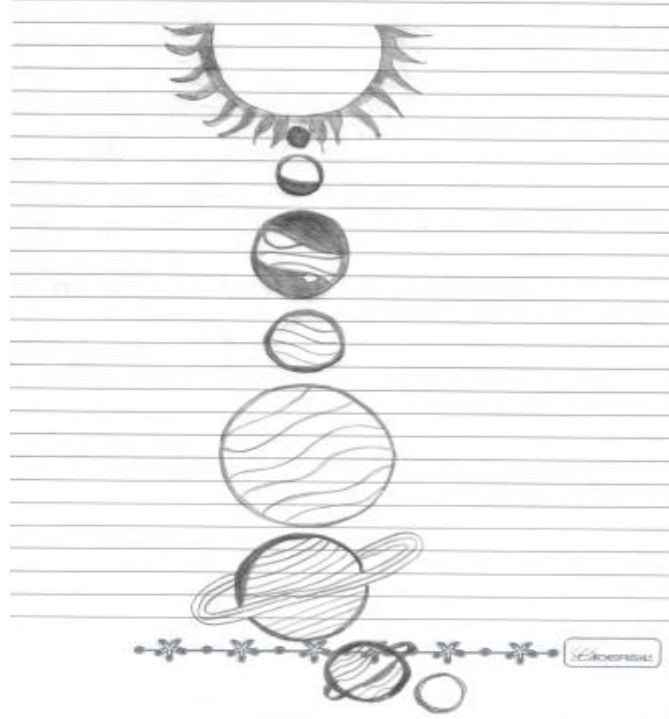
**Figura 5.5** Pré-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 3: Somente desenho,  
 sem contexto científico



Fonte: Autores do projeto.

ALUNO 2 - Aluna só desenhou o sistema solar (planetas), dizendo: “*não gosto muito de escrever*”. Ela citou que teve um que foi “*tirado... um planeta que é o Platão*”. Indagada sobre o porquê de não colocar os nomes dos planetas, ela respondeu: “*Não lembrei*”. Ela “voluntariamente comenta sobre as estrelas, mas de forma equivocada.

**Figura 5.6** Pré-produto, dissertação do aluno 2 do grupo 3: Somente desenho, sem contexto científico.



Fonte: Autores do projetor.

GRUPO 4- Escreveu e desenhou, mas sem fundamentação.

ALUNO 1 – Menciona na dissertação as estações do ano com seu “charme”. Ela diz que o verão é quente. Ao ser perguntada se ela não sentia calor do inverno, ela diz “*que já senti*”. Nas suas teorias ela relata que sobre a criação do universo seria como diz sua religião e sobre a teoria do *Big Bang*, aprendeu nas aulas de Ciências. Ela diz que Plutão é uma estrela. Indagada sobre isso, disse que não sabe o motivo. A imagem do eclipse desenhada, não sabe explicar como acontece.

**Figura 5.7** Pré-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 4: Escreveu e desenhou, mas sem fundamentação



Fonte: Autores do projeto.

ALUNO 2 – Ela relata que as estrelas têm pontas e não sabe explicar como surgiu a Terra; menciona que uma das formas é o *Big Bang*, mas não tem certeza. Não lembrava dos demais planetas do Sistema Solar.

**Figura 5.8** Pré-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 4: Escreveu e desenhou, mas sem fundamentação



Fonte: Autores do projeto.



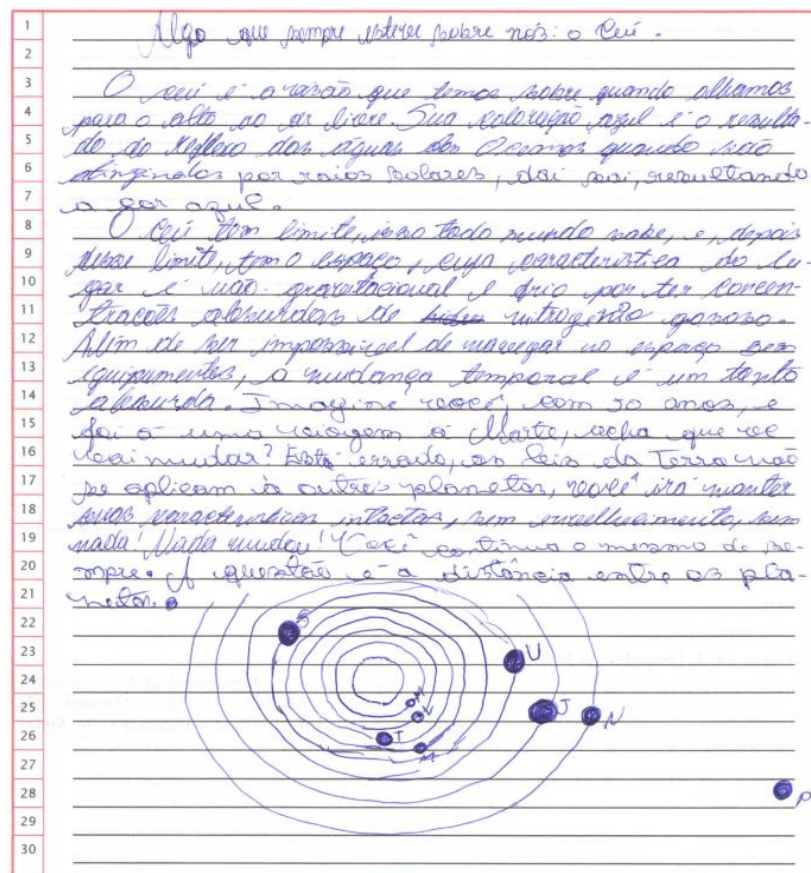
### 5.2.2 Pós-aplicação do produto

Esse tópico será destinado à apresentação das dissertações pós-produto. Os critérios adotados foram os mesmos dos anteriores. Nos antecedentes foram utilizados elementos descritivos, como perguntas dentro do contexto e algumas atitudes foram tomadas diante das interações. Esses elementos serão feitos em ordem cronológica conforme a aplicação da proposta. Esses elementos de observação foram abordados nesta seção.

No dia da aplicação da dissertação do produto faltaram 20 alunos do total de 35, sendo apenas 15 alunos avaliados. Segundo o professor regente da sala, o motivo foi doença, e obviamente, final de ano próximo, que depois da euforia do ENEM, há esta dispersão por parte da turma. Mesmo assim, as quinze dissertações foram analisadas e comparadas com as aplicadas anteriormente. Mesmo com a quantidade reduzida selecionou-se em grupos, mas expondo apenas um de cada grupo.

PRIMEIRO GRUPO – escreveu e desenhou algo

**Figura 5.9** Pós-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 1: Que escreveu e desenhou

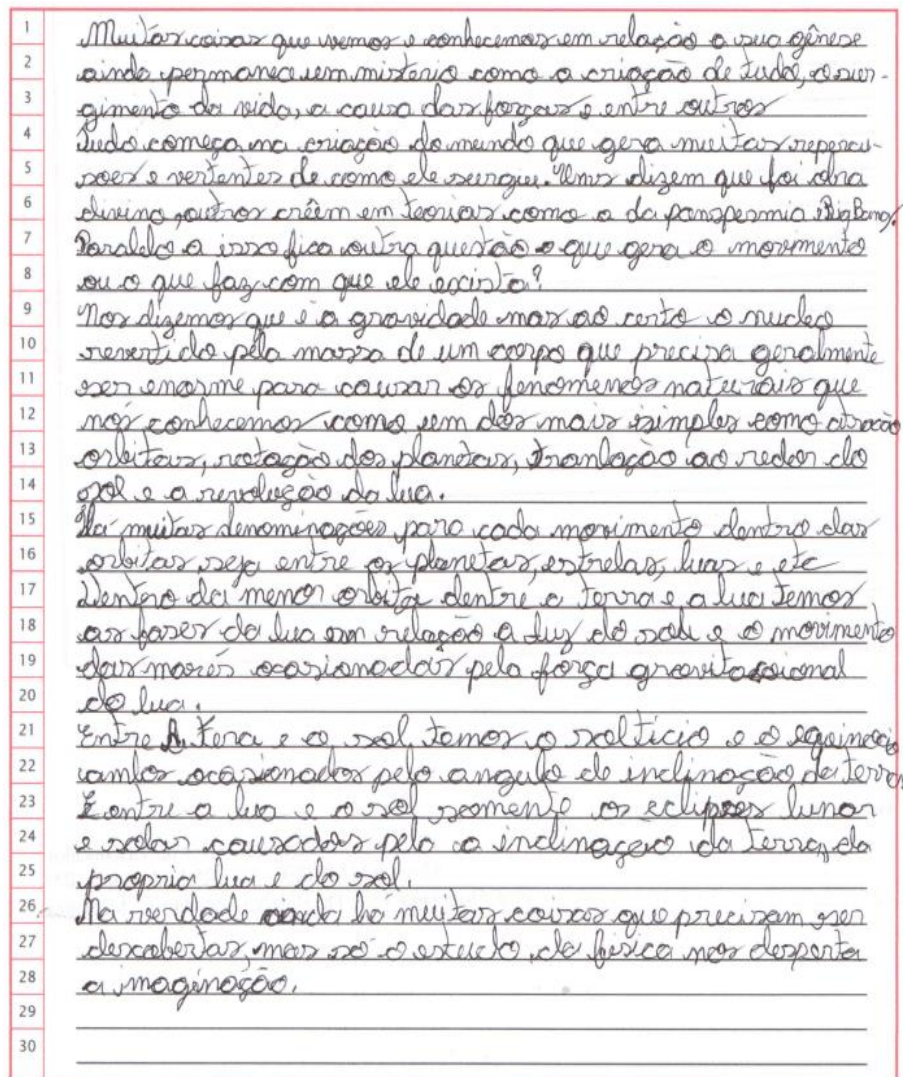


Fonte: Autores do projeto.

Percebe-se que o aluno já consegue fazer o sistema solar obedecendo aparentemente as distâncias dos planetas e também conseguiu descrever com mais embasamento teórico. Não foi o esperando, porém aceito, pelo pequeno intervalo de tempo de aplicação do produto.

SEGUNDO GRUPO – colocaram *subsunçores* interessantes.

**Figura 5.10** Pós-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 2: colocaram subsunçores interessantes

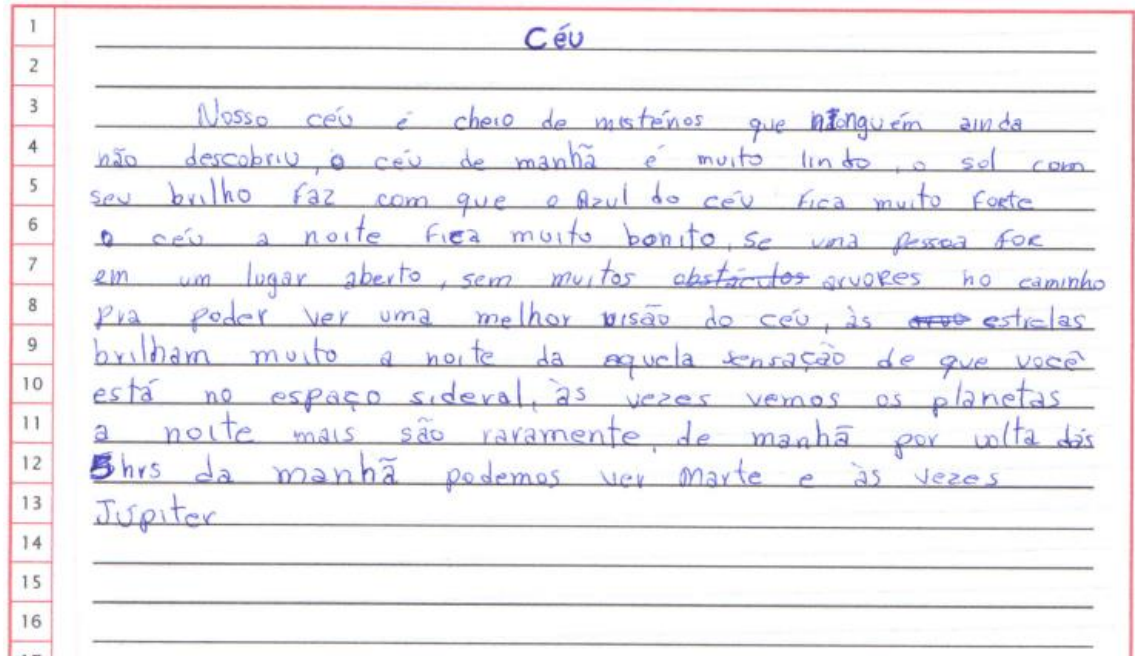


Fonte: Autores do projeto.

Este grupo manteve a mesma linha de raciocínio, colocando o que foi exposto na sequência didática como: solstícios e equinócios. A caligrafia não está dentro dos padrões estéticos, mas o texto está com fundamentação teórica aceita.

TERCEIRO GRUPO – somente desenho e ainda contexto científico.

**Figura 5.11** Pós-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 3: somente desenho e ainda contexto científico

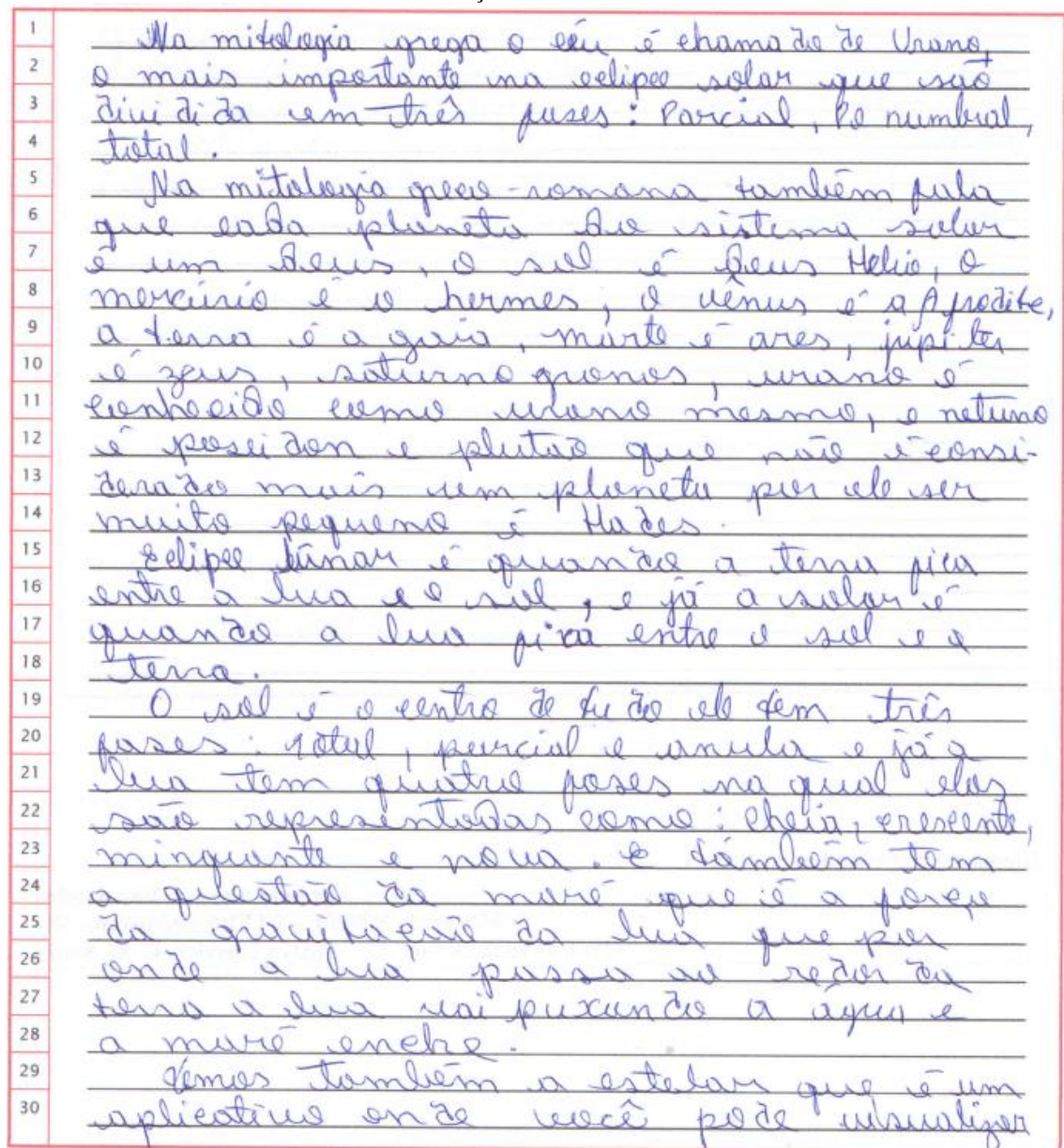


Fonte: Autores do projeto.

Este educando, que fizera parte da primeira etapa do diagnóstico no referido grupo, somente havia desenhado na proposta anterior, escrevendo poucas linhas e um texto “empobrecido” e fora do contexto científico. Demonstrou clara dificuldade na produção textual, além de não assimilar os conhecimentos propostos nas oficinas; quando fala algo relevante, como ver Marte pela manhã, não esclarece de forma objetiva e ainda afirma que é raramente.

QUARTO GRUPO – escreveu e desenhou, mas sem fundamentação.

**Figura 5.12** Pós-produto, dissertação do aluno 1 do grupo 4: escreveu e desenhou, mas sem fundamentação.



Fonte: Autores do projeto.

Do ponto de vista das posições, descreve os dois tipos de eclipses corretamente, mas se limitando a isso mostra desconhecimento científico mais detalhado sobre esse tema. Sobre os conhecimentos em relação às marés, o descreve relacionando à “gravitação da Lua”, não citando, porém, a influência do Sol ou o deslocamento da costa devido à rotação da Terra durante a interação gravitacional desses astros com a água do mar. Percebe-se que há uma melhora, porém, significativamente abaixo do esperava.

### 5.3 Reflexões sobre as narrativas

Este tópico caracteriza-se pela contextualização dos textos dissertativos dos entrevistados, dos quais, revelam-se na íntegra algumas falas dos mesmos com relação ao objetivo proposto. Vale salientar que esses textos foram transcritos pelo presente pesquisador no intuito de trazer evidências que se pudessem refletir sobre o grau de conhecimento dos alunos com relação ao estudo do universo e se esse estudo superaria as expectativas do pesquisador em questão.

Logo, serão apresentados os conceitos mais relevantes dos entrevistados, conforme Araújo: “o sentido do que contaram, por vezes interpreto o que disseram através do que disseram, através de minha escrita, outras através de suas próprias palavras selecionando os significados que foram mais relevantes para elas” (ARAÚJO, p 284, 2010). Sendo assim, no contexto que se segue estão apresentados alguns tópicos considerados mais relevantes para serem analisados.

Antes de tecer as considerações necessárias ao contexto das entrevistas, é necessário mencionar um pouco da magnitude do esplendoroso universo. Uma vasta imensidão, em seu espaço e tempo, e matéria. Governado pelas leis da Física, cuja origem permanece um mistério para muitos cientistas, o Universo se revela diante dos nossos olhos com beleza magistral, com enigmas intrigantes e sofisticados conhecimentos para tentar descrevê-lo. Descobrir a dinâmica das relações do espaço é uma tarefa complexa e intrigante que nos desafia a ir muito além de nós mesmos. A lei da nossa lógica, as fronteiras do nosso planeta, do conhecido e do observável.

Não é preciso ser um cientista para observar e conhecer o universo. Ainda que seja pelo estereótipo. Até os mais leigos têm algum conhecimento sobre o mesmo. Nossos primeiros saberes sobre o universo são logo na infância quando começamos a apreciar o “céu”. Um vasto e imenso azulão acima dos olhos. Quem nunca criou monstros feitos de nuvens? Se deixar a imaginação fluir, criamos os mais fantásticos personagens no maravilhoso e observável “céu”. A noite é possível contar muitas estrelas, aqueles longínquos pontos de luz a milhares de distância do ponto de referência de onde estivermos. Entretanto, a função da escola é aperfeiçoar esse conhecimento trazido do contexto do qual o indivíduo está inserido e aperfeiçoá-lo, ou seja, torná-lo sistemático. Logo a seguir serão feitas as análises das dissertações que foram escolhidas para este fim. Nas categorias, serão analisadas um total de 12 (doze) dissertações, antes e pós-produto, divididas em 4 (quatro) grupos. No grupo 1 (um), será analisado o texto do aluno 1 (um) e 2 (dois).

Antes da aplicação do produto o aluno descreve e desenha o sistema solar de forma primitiva, precoce e com conhecimentos abstratos, vagos. Faz um desenho primário retratando

o sistema solar sem agregar conhecimentos científicos ao contexto do seu texto. Os conhecimentos do aluno estão fora do que propõe a estrutura curricular de um aluno do primeiro ano do Ensino Médio ou do Ensino Profissionalizante. Restringiu-se apenas à Via Láctea e ainda, na tentativa de alinhar os planetas pela ordem, comete o erro ao trocar a ordem entre Marte e Terra.

No entanto, acredita-se enquanto professor, que os alunos devem adquirir competências para lidar com diversas situações vivenciadas, ou que por ventura possam ser vivenciadas e que, no tocante à disciplina de Astronomia, como exemplo, os mesmos conheçam o Universo, composto por vários elementos, tais como planetas, satélites, estrelas, cometas, asteroides e outros corpos pequenos [...] (BRASIL, 1998), e que esses objetos que compõem o imenso universo possuem características diversas quanto a formação, composição, não sendo portanto, o caso do texto, ora apresentado, pelo aluno em questão.

Sequenciando, a aluna 2 (dois) também demonstra de forma primária seus conhecimentos. Ela relaciona ao que está acima de nós como “*tudo que envolve ao planeta Terra, satélites ou estudo dos astros*”. Fala que sobre eclipse “*é quando o sol e a lua se juntam*” e sobre as estações do ano ela descreve as quatro sem citar o porquê, o que são e como são. Essa aluna segue a mesma linha de conhecimento do aluno 1 (um). Conceitos absolutamente fragmentados, fruto de uma formação fragilizada. Sem contar no desenho absolutamente infantil ao representar as estações do ano.

Seguindo com o propósito, serão analisadas as dissertações do grupo 02, escolheu-se a dissertação do aluno 01 e 02 por considerar que esses obtiveram conceitos bem consistentes, no tocante ao objetivo proposto. Ao analisar a dissertação do aluno 01, percebe-se que seus conhecimentos estão de acordo com o que a ementa da disciplina propõe. O aluno faz um texto com sequências de ideias lógicas, usou e circulou palavras-chave, usou-as e contextualizou seu texto de forma inteligente. Abre seu texto inclusive mencionando a vastidão que é o universo, composto por vários astros e outros elementos que o compõe desde sua criação.

Tem noção de força gravitacional, de como se dá os movimentos da Terra e porque ela e os demais planetas giram em torno do Sol. Compreende ainda as funções da Lua e que está, não apenas serve de satélite, mas de suas responsabilidades quando se refere às marés, solstícios e equinócios. Detalha de modo particular os eclipses como se estivesse passando um filme sobre a cabeça.

Ao receber sua redação, em conversa informal, mencionou o gosto pela Astronomia e Astrologia. Em conversa informal após receber a dissertação foi proposto a ele que expusesse

algo sobre a relação espaço/tempo. Disse que “*tempo retarda, dependendo do lugar*”, e sobre as marés disse ainda “*como a terra é maior, puxa a lua, como a lua não pode puxar a terra, puxa a água*”.

Enquanto professor da área das exatas, sempre senti a necessidade de propor atividades que instigasse a curiosidade e conseqüentemente, levassem os alunos à investigação científica. Entretanto, algumas barreiras atrapalham a prática pedagógica do professor que atua principalmente nas escolas públicas. A falta de materiais pedagógicos e o desinteresse da maioria dos alunos são um dos entraves.

O ensino de Física ajustado ao ensino da Astronomia são duas áreas de maior fascínio e que certamente desperta a curiosidade daqueles alunos que demonstram apreço pela disciplina, no caso, o aluno acima. Pela qualidade e estrutura do seu texto, demonstra ser um aluno que foi bem preparado. Isso é irrefutável. É um aluno que foi aproximado da realidade fenomenológica da Astronomia e da Física. Sobre isso: “Quando o ensino da Astronomia é realizado por meio de metodologias diferenciadas, levando-se em consideração o interesse dos alunos e envolvendo-os em projetos estimulantes, nos quais sejam produzidos trabalhos, os resultados podem ser muito satisfatórios” (ASTRONOMIA CASCAVEL, 2011).

O aluno 02 começou seu texto mencionando que seu primeiro contato com a Astronomia foi em passeio durante o Ensino Fundamental, no 9º ano com sua turma. Menciona em conversa informal o gosto pelas Ciências e que quando morava em Fortaleza estudou em escola particular. Havia visitado o Planetário no Centro Dragão do Mar.

Ainda revela conhecimentos sobre Astronomia quando menciona que as distâncias no espaço não se mede em quilômetros, mas em ano-luz. Faz a reflexão da imensidão do universo quando se equipara a um grão de areia comparado ao deserto. Compreende-se que esse aluno tem uma aprendizagem significativa e que seus conhecimentos prévios são fundamentados. Seu embasamento faz com que ele faça suas próprias proposições e que estas superaram as expectativas do professor.

Com relação aos conhecimentos do aluno, percebe-se que o contexto social no qual ele vive distancia-se um pouco da realidade de muitos alunos que estudam em escolas públicas. Ele tivera a oportunidade de estudar numa escola particular e sabemos que há uma lacuna entre o privado e o público pela complexidade social.

Na escola particular a exigência para que os alunos desenvolvam as habilidades e competências é muito maior que na escola pública, segundo os dados obtidos no relatório anual da OBA, onde nos anos iniciais os resultados da prova da OBA mostram certa regularidade entre

os alunos das escolas, no entanto nos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio a disparidade de notas é grande (CANALLE, 2019). A escola pública lida diariamente com o complexo dilema das demandas das famílias de seus alunos, apresentando regularmente muitos conflitos e incoerências internas. Em contraposição, as escolas particulares não apresentam esses tipos de problemas justamente por selecionarem seus alunos pelas escolhas das famílias, assim seus objetivos serão, provavelmente, bem estruturados e alinhados.

No terceiro grupo foi selecionado duas dissertações por apresentar um contexto condizente com o objetivo do trabalho em questão. As demais não foram colocadas por considerar a falta de contexto. Os alunos desse grupo apresentaram apenas desenhos. O aluno 01, por exemplo, tem seu conhecimento limitado ou não está interessado pela atividade. Desenhou apenas grafismos primários naquilo que ele chama de estações do ano. Ao ser indagado sobre os desenhos, comenta que está sem ideia para representar as estações do ano.

Comenta que cada estação, “*verão é sol, ... inverno é chuva e neve*”. A aluna 2 (dois) só desenhou o sistema solar (planetas) afirmou que “*não gosta muito de escrever*”. Ela cita que teve um dos planetas que foi tirado, que é o (Plutão). Indagada por que não colocou os nomes dos planetas, disse que “*Não lembrei*”. Ela, voluntariamente comenta sobre as estrelas, mas de forma equivocada.

Com relação aos conhecimentos dos dois últimos alunos, há algo que se entristece. Há muito a se refletir e indagar. Os conhecimentos adquiridos ao longo da escolaridade parecem não ter bagagem cultural, cognitiva e social nesses alunos. Não era para ser, mas parece comum, modelos cognitivos apresentados por eles, são de vivências e experiências passadas, sem rigor científico. Apenas baseado no que viram e ouviram. Consequentemente, esses alunos tiveram em suas experiências educativas em anos anteriores uma espécie de ensino pautado no “conteudismo”, centrado na figura do livro didático e na fala do professor. Um tipo de ensino sem fascínio, pesquisa, significado, apenas mecânica.

Sobre esse tipo de aprendizagem Moreira (2017, p.43) descreve a aprendizagem “em que a nova informação é internalizada de maneira literal, sem interação cognitiva, com conhecimentos prévios, sem incorporação a estrutura cognitiva. É simples memorização sem compreensão [...]”.

Com os textos do grupo 4 (quatro), a aluna 01 abre seu texto fazendo menção às estações do ano, como elas se dividem e como sendo charmosas. Diz que a Terra é onde vivem os seres humanos e que vivem há muitos anos. Menciona também que existem duas teorias sobre o surgimento da Terra. Uma de que Deus criou tudo e outra relativa ao *Big Bang*. Foge um pouco



do assunto e relata que a Terra é dividida em manto, crosta e núcleo interno e externo. Em conversa informal, após mencionar os planetas, falara sobre o calor no verão. Sobre o *Big Bang*, ainda em conversa, dissera que aprendeu nas aulas de Ciências. Afirmou que Plutão deixou de ser planeta e passou a ser estrela. Indagada sobre isso, disse que não sabe o motivo. Fez um desenho simbólico sobre a imagem do eclipse, mas não soube explicar ao certo como acontecia.

A aluna 2 (dois), do grupo 4 (quatro), dissertou vários conceitos sobre a Astronomia. Ela relatara que as estrelas são pontos e não sabe explicar como começou o surgimento da Terra, mencionou que uma das formas é o *Big Bang*, mas não tem certeza. Não se lembra dos outros planetas.

Para que os alunos possam obter conhecimentos consistentes, depende muito da metodologia do professor, isso é incontestável. Entretanto, a maioria dos alunos chega ao Ensino Médio com conhecimentos restritos, fragmentados, fora do eixo exigido. De acordo com Rogério (2017) para que o aluno possa ter conhecimento histórico produzido é necessário que ele conheça as grandes contribuições de grandes pensadores da arte da Astronomia:

Para que o aluno tenha uma aprendizagem com coerência histórica e acompanhando a evolução desse campo da Astronomia, é interessante que ele seja desafiado a conhecer: o céu noturno; as contribuições de Galileu Galilei; a teoria de Johannes Kepler e o movimento planetário; os princípios da interação gravitacional proposto por Isaac Newton; quais são os objetos mais distantes; e até onde o Universo se estende? Essa ordem está intimamente ligada com a evolução dos instrumentos disponíveis: olho nu, luneta, telescópios terrestres e espaciais. Tudo isso encaixa-se com as questões norteadoras anteriormente citadas, “Como sabemos sobre o universo?” e “O que sabemos sobre o Universo?” (ROGÉRIO, 2017, p. 17).

Em consonância com o autor, infelizmente em algumas escolas isso não é possível devido a uma série de entraves. A formação do professor, em muitos casos, compromete a aprendizagem do aluno. O excesso de trabalho, as grandes exigências por dentro dos muros da escola, muitas vezes o impedem de tornar suas aulas mais atraentes. A falta de materiais pedagógicos disponíveis e o acesso as TIC's (Tecnologia da Informação e Comunicação) são um dos pontos mais relevantes a serem repensados.

Prosseguindo com os contextos, serão analisadas quatro dissertações após a aplicação do produto. Sendo assim, o objetivo dessa proposta foi equiparar o conhecimento prévio dos alunos com os conhecimentos após as explicações e aplicação do produto. A aluna 01 demonstra ter adquirido mais embasamento nesta segunda seção. Mesmo abrindo seu texto de forma simplória sobre sua observação sobre o “céu”, ela demonstra na problematização do seu texto conceitos sobre as grandes distâncias na Astronomia e as suas consequências na Astronomia Extragaláctica. Muito embora, este não tenha sido o objetivo esperado, mas demonstrou algum

domínio sobre os conceitos propostos durante a aplicação do segundo momento do pós-produto. Sobre a tonalidade do “*céu em ser azul*”, ela apresenta conceitos primários sem aproximar-se do real significado dessa manifestação.

É importante frisar que os alunos apreendem conceitos distorcidos, haja vista conceitos acima referidos pelo aluno em questão, e muitas vezes errados daquilo que leem ou ouvem. Segundo Canalle (1997) os livros didáticos muitas vezes trazem muitos erros pondo em xeque a aprendizagem fundamentada e coeso dos alunos e para livrar-se disso, o professor precisa constantemente atualizar-se e ter objetivos claros em mente, principalmente no que tange à realidade de muitos alunos, o que sem dúvidas enriqueceria o poder interpretativo desses.

O aluno 2 (dois) do grupo 2, continua na mesma linha de raciocínio. Um aluno de conceitos bem consistentes. Traz questionamentos dentro do seu texto e manteve o que foi exposto na sequência didática como: solstícios, equinócios de forma explicativa, significando a compreensão do conteúdo. Demonstra domínio sobre força gravitacional e finaliza o texto com leveza ao referir-se o gosto pelo estudo de Física e de como essa disciplina desperta a curiosidade e a imaginação.

Para o terceiro grupo, foi analisado o texto de um aluno que fizera também parte desse mesmo grupo. Anteriormente só havia desenhado. Escreveu poucas linhas, um texto “pobre” cientificamente, demonstrando clara dificuldade na produção textual, mas assimilou os conhecimentos propostos nas oficinas. Em sua fala sobre a observação do céu, como ver marte pela manhã, não esclarece de forma objetiva, diz que é raramente, talvez confundindo com o planeta Vênus.

No caso do quarto grupo, o aluno escolhido faz a abertura do seu texto falando sobre o “céu” e de como esse é conhecido na mitologia grega. Revela que na mitologia romana cada planeta é considerado um deus. Faz referência as fases do Sol e da Lua e uma descrição de dois tipos de eclipse. Descreve corretamente, mas ainda esquecendo que não só esconder, mas alinhá-los para que ocorra. Sobre as marés, descreve corretamente que devido à gravitação da Lua e não cita o eclipse do Sol. Percebe-se uma melhora, não muito significativa, como se esperava.

Enfim, apesar dessa segunda fase os alunos terem demonstrado uma mudança de caráter positivo relacionado aos conteúdos apresentados no pós-produto, pode-se perceber que ainda tem conceitos muito abstratos quanto aos objetivos propostos. Foram levados em consideração, na primeira etapa, todos os conhecimentos que os alunos tinham com relação ao tema apresentado. Talvez por isso tenha facilitado a relação dialógica entre professor/aluno, isso conforme

Freire (1996, p. 25) “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”.

No entanto, acredita-se que um dos meios de chamar a atenção dos alunos para o ensino e aprendizagem significativa em sala de aula é a metodologia diferenciada do professor. Mas muitas vezes isso não depende somente do professor.

O professor pode acreditar que o livro didático ou os documentos oficiais já possuem um planejamento e organização já consolidados, imutáveis. Isso levará o professor a sempre ensinar os mesmos conteúdos. Isso leva a um engessamento do currículo, dado que os conteúdos a serem ensinados são também passíveis de mudança. “Isso mostra a relação entre o *conteúdo programático escolar* e a sua possível mudança, dado que o conhecimento publicado e disseminado foram/são passíveis de ser aceitos, rejeitados, reformulados, refutados, abandonados, algumas vezes até execrados” (DELIZOICOV, 2011, p. 187).

É preciso, então, que as teorias, modelos conceitos e definições com base nas quais se elaboram os conteúdos programáticos escolares reflitam, também, seu processo de produção, de modo que se explore a historicidade do conhecimento veiculado e se explicita seu caráter simultaneamente verdadeiro e provisório (DELIZOICOV, 2011, p. 187).

Portanto, podemos enquanto professores mostrar para o aluno o caminho do conhecimento até chegar ao conteúdo escolar e isso se faz necessário levar em consideração o conhecimento prévio do aluno ou a sua cultura prevalecente. Esses “conhecimentos constituem um dos elementos do contexto de relações que dará significado aos objetos de conhecimento e de estudo que a escola tem como meta promover. E que o processo de produção de conhecimento, de acordo com essas premissas, impede que se considerem os conhecimentos como prontos, acabados e, sobretudo, absolutamente verdadeiros” (ROGÉRIO, 2017, p. 27).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Astronomia é uma das áreas de maior fascínio porque desperta a curiosidade entre os alunos. O universo é vasto e desconhecido em seu espaço e tempo, de pouca matéria e enorme vazio governado por leis físicas. O universo se revela diante dos nossos olhos com beleza magistral, com enigmas intrigantes e sofisticados conhecimentos para tentar explicar seu comportamento e a sua existência. Descobrir a dinâmica das relações do espaço é uma tarefa complexa e intrigante que nos desafia a ir muito além da lógica, das fronteiras do nosso planeta, do conhecido e do observável.

O objetivo central deste trabalho foi aplicar uma sequência didática como intervenção pedagógica para o ensino dos movimentos orbitais e suas consequências, tendo em vista, a grande relevância científica regional da nossa cidade para a Astronomia, pois em 1919 na cidade de Sobral, a 100 km da cidade de Granja-CE, foi comprovada a Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein.

A intervenção sintetiza-se em uma sequência didática, constituída por 5 (cinco) oficinas com 50 minutos de duração cada. Vale ressaltar que durante a aplicação das atividades esse tempo algumas vezes não foi suficiente, pois os questionamentos foram surgindo, requerendo mais tempo para que as discussões fossem proveitosas, levando em consideração os temas, por levantarem curiosidade.

O contratempo foi a instalação do Softwear Stellarium; quem faz a instalação é o suporte da CREDE- 4 Camocim, que administra as escolas do Estado do Ceará na região, por descuido, não se pode verificá-los antes. Esses, com versões diferentes, tivemos alguns problemas de visualização do movimento retrógrado de Marte; o problema foi a transmissão do notebook para o projetor, a imagem não foi visualizada integralmente.

Os conteúdos ministrados dentro da sequência buscaram nas oficinas temas que estivessem dentro da proposta da escola, na respectiva turma do primeiro ano, precisamente no capítulo de gravitação, como os movimentos orbitais, universo, leis de Kepler, estações do ano, marés, equinócios e solstícios.

A Sequência didática possibilitou intervenção e teve aplicabilidade verificada por meio de dissertações antes e depois da aplicação do produto educacional no ensino de física. As dissertações analisadas resultaram na aprendizagem satisfatória dos alunos, onde o produto foi aplicado, dentro de alguns conceitos e limites, embora com algumas ressalvas tratadas nas discussões deste trabalho.

Durante o processo investigativo pode-se perceber que os resultados esperados não superaram as expectativas do presente pesquisador, principalmente por entender que a aprendizagem é um processo complexo. Devido à natureza das variáveis externas e internas ao aprendiz, observa-se, de modo geral, indícios de que essa proposta didática dialógico-problematizadora acrescido à reflexão constante a própria prática oferece uma opção para o ensino de Astronomia.

Como ponto relevante e positivo, durante a aplicação do produto, pode-se realçar os conceitos e indagações de alunos de alguns grupos, onde as discussões ocorridas foram bastante ricas, superando as expectativas. Outro ponto forte durante as oficinas com a utilização do *Phet* e *Stellarium*, foi participação maciça dos alunos. Mais que a participação, foi perceber a curiosidade e ansiedade em participar das oficinas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, H. C. **Pioneiras da Educação, as mulheres primárias na viragem do século: contextos, percursos, experiências.** 1870-1933. 1 ed. p. 275-320, Porto Alegre: Afrontamento, 2000.

ASTRONOMIA CASCAVEL. **Projeto de astronomia para as escolas do núcleo de educação de Cascavel**, 2011. Disponível em: <<https://astronomiacascavel.files.wordpress.com/2011/03/ideia-aprovada-1.pdf>>. Acesso em: 16 de maio de 2020.

AUSUBEL, D. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva.** 1 ed. Plátano-Edições e Técnicas. 2003.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2011. IN: CÂMARA, R. H. **Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações.** Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia, 6 (2), jul - dez, 2013,179-191. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/gerais/v6n2/v6n2a03.pdf>>. Acesso em: 16 de maio de 2020.

BARRETO, B.; XAVIER, C. **Mecânica: Física aula por aula.** 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular.** MEC, 2017. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 13 de maio de 2020.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental – Ciências Naturais.** Brasília. MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em: 13 de maio de 2020.

CÂMARA, R. H. **Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações.** Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia, 6 (2), jul - dez, 2013,179-191. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/gerais/v6n2/v6n2a03.pdf>>. Acesso em: 16 de maio de 2020.

CANALLE, J. B. G. et al. **XXII Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica**, 2019. Disponível em: <[http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob\\_arquivos/Relatorio.pdf](http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/Relatorio.pdf)>. Acesso em: 20 de abr de 2020.

CANALLE, J. B. G. **O problema do ensino da órbita da Terra**, Física na Escola, v. 4, n. 2, 2003.

CANALLE, J. B. G.; MATSUURA, O. T. **Manual de Astronomia**, 2007. Disponível em: <[http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/astronomia\\_manual.pdf](http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/astronomia_manual.pdf)>. Acesso em: 16 de maio de 2020.

CANALLE, J. B.; TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B. **Análise Do Conteúdo de Astronomia de Livros de Geografia De Primeiro Grau.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 14, n. 3, p. 254-263, 1997.

CARVALHO, J.; GERMANO, S. **Astronomia: Interdisciplinar / Ciclos lunares e calendários.** AULA - 05 – Natal- RN: EDUFRN, 2007.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** 4 ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

DENCKER, A. F. M. **Métodos e técnicas de pesquisa em turismo.** 5 ed. São Paulo: Futura, 1998.

*Event Horizon Telescope Collaboration.* Disponível em: <<https://eventhorizontelescope.org/press-release-april-10-2019-astronomers-capture-first-image-black-hole>>. Acesso em: 13 de maio de 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 25 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: gravitação, ondas e termodinâmica.** Volume 2. 9 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências.** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 1: p. 87-111, 2007.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. **Pesquisa Qualitativa em Educação em Ciências: Projetos, entrevistas, questionamentos, teoria fundamentada, redação científica.** 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento científico: pesquisa qualitativa em saúde.** 2 ed. São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec-Abrasco, 1995.

MOREIRA, M. A. **Ensino e Aprendizagem Significa.** 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

MOREIRA, M. et al. **Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica.** Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche) 2000. Disponível em: <<https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/1320/1/Livro%20Peniche.pdf#page=48>>. Acesso em: 16 de maio de 2020.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia & Astrofísica.** 3 ed. São Paulo. Editora: Livraria da Física, 2014.

OLIVEIRA, A. J. **A história do eclipse de Sobral (CE) que comprovou a Teoria da Relatividade.** Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/10/historia-do-eclipse-de-sobral-ce-que-comprovou-teoria-da-relatividade.html>>. Acessos em: 16 de maio de 2020.

**ROGÉRIO, T. P. Uma proposta do ensino de Astronomia para o ensino Médio a partir de uma breve história da evolução do nosso conhecimento sobre o universo.** 2017. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2017.

**UBINSKI, J.; STRIEDER, D. Ensino de Astronomia através da investigação científica. Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI, v. 9, n.1 7, p. 44-51, 2013.**



# **ANEXO I**

## AVALIAÇÃO DIAGNOSTICA PRÉ-PRODUTO

### **Sobre o Universo**

Caro(a) estudante, a partir da leitura das palavras motivadoras e com base nos conhecimentos construídos ao longo de sua formação, redija um texto dissertativo sobre o tema “Astronomia: o que vi, escutei e aprendi”. Organize seu texto de forma coerente e coesa, com argumentos e fatos que ajudem para uma melhor descrição.

#### **Sugestão de palavras motivadoras:**

Estações do ano; Eclipse; Satélites naturais e artificiais; Terra; Planetas; Sistema Solar; Movimento Orbital; gravidade; Sobral.

**Observação:** Não é necessário seguir a ordem e nem usar todas as palavras motivadoras sugeridas. Além disso, é permitido usar palavras motivadoras que você conhece e que não tenha sido sugerida, mas importante que sua resposta seja sincera e coerente. É também permitido desenhar ou fazer gráficos, caso ache necessário para um melhor entendimento.

Agenildo Alves de Vasconcelos  
Mestrando MNPEF – UFERSA-RN  
Prof. Orientador Dr. Hidalyn Theodory C. M. Souza

---

## **ANEXO II**

## AVALIAÇÃO DIAGNOSTICA PÓS-PRODUTO

## FOLHA DE REDAÇÃO

**Descreva sobre o “Céu”**

Caro(a) estudante, a partir dos conhecimentos construídos ao longo da aplicação do produto educacional “**INTERVENÇÃO E SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DO MOVIMENTO ORBITAL**”, redija um texto dissertativo sobre o tema “o que há acima de nós”. Organize seu texto de forma coerente e coesa, com argumentos e fatos que ajudem para uma melhor descrição.

**Observação:** É importante que sua resposta seja sincera e coerente. É também permitido desenhar ou fazer gráficos, caso ache necessário para um melhor entendimento. O céu entre aspas, está se referindo ao céu visível da cidade onde você reside.

1. Utilize, preferencialmente, caneta esferográfica azul ou preta;
2. Se desejar apresentar um título, escreva-o na primeira linha;
3. Respeite as margens do espaço destinado à redação.

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	

Granja, 06 de Dezembro de 2019

Agenildo Alves de Vasconcelos  
Mestrando MNPEF – UFERSA/Mossoró – RN  
Prof. Orientador Prof. Dr. Hivalyn Theodory C. M. Souza

---

# APÊNDICE



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI - ÁRIDO**

**AGENILDO ALVES DE VASCONCELOS**

**DR. HIDALYN THEODORY CLEMENTE MATTOS DE SOUZA**

**PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DO MOVIMENTO ORBITAL**

# **MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL**





**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI - ÁRIDO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS - GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**AGENILDO ALVES DE VASCONCELOS**  
**DR. HIDALYN THEODORY CLEMENTE MATTOS DE SOUZA**

**MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL**

**PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DO MOVIMENTO ORBITAL**



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**MOSSORÓ-RN**

2020



Autor:

Agenildo Alves de Vasconcelos

Orientador:

Prof. Dr. Hidalyn Theodory Clemente Mattos de Souza

Coorientadora:

Dra. Erlania Lima de Oliveira

Universidade Federal do Semi - Árido - UFERSA

Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)



## APRESENTAÇÃO

Caro(a) professor(a) este manual irá auxiliá-lo nas aulas de Física, servindo como suporte norteador para o ensino e aprendizagem nos conteúdos de Física e Astronomia. Serão estudados conceitos de Física presentes no ensino de Astronomia utilizando o *software Stelarium*, *Phet* e mais três atividades usando materiais alternativos retirados do manual AEBescola. O produto traz uma série de temas pertinentes ao ensino do movimento orbital dos planetas, particularmente atividades presentes na estrutura curricular do primeiro ano do Ensino Médio, mas não impedem que sejam aplicadas em qualquer outra turma, até mesmo no Ensino Fundamental.

É viável a utilização de simulações, além de serem totalmente gratuitas, são manipuláveis usando as variáveis que disponibilizam na sua plataforma levando os estudantes a uma aprendizagem significativa e estimulante. Para professores que desejam variar a sua prática docente, esta proposta trata de assuntos que são do cotidiano do aluno e que podem despertar maior interesse pela Física. As atividades da AEBescola são práticas e fazem uso de materiais alternativos e de fácil acesso.

Este produto educacional foi possível devido ao trabalho do curso de Mestrado sob a orientação do professor Hidalyn Theodory Clemente Mattos de Souza, no programa de Pós-graduação em Ensino de Física (MNPEF), no polo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN. A dissertação foi resultado da aplicação deste produto com a fundamentação teórica de Física, ensino e metodologia aplicada.

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO .....	6
2 - PROCESSO METODOLÓGICO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO .....	8
3 - OFICINA - <i>SOFTWARE STELLARIUM</i> .....	12
3.1 - Introdução .....	12
3.2 - Objetivos .....	13
3.3 - Materiais necessários .....	13
3.4 - Procedimentos de aplicação .....	14
3.5 - Sugestões de atividades .....	15
4 - OFICINA - <i>SOFTWARE PHET</i> .....	17
4.1 - Introdução .....	17
4.2 - Objetivos .....	17
4.3 - Materiais necessários .....	17
4.4 - Procedimentos de aplicação .....	17
4.5 - Sugestões de atividade .....	21
5 - OFICINA - SISTEMA SOLAR EM ESCALA .....	23
5.1 - Introdução .....	23
5.2 - Objetivo .....	23
5.3 - Material necessário .....	24
5.4 - Procedimentos de aplicação .....	24
6 - OFICINA - LEIS DAS ÓRBITAS .....	27
6.1 - Introdução .....	27
6.2 - Objetivo .....	28
6.3 - Material necessário .....	28
6.4 - Procedimentos de aplicação .....	29
7 - OFICINA - GEÓDROMO ALTERNATIVO .....	33
7.1 - Introdução .....	33
7.2 - Objetivos .....	33
7.3 - Materiais necessários .....	33
7.4 - Procedimentos de aplicação .....	33
7.5 - Sugestão de atividade .....	35
8 - PROPOSTA DE AVALIAÇÃO .....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37

APÊNDICE .....	37
A - Dissertação aplicada antes da aplicação do produto .....	38
B - Dissertação aplicada após aplicação do produto .....	39
ANEXO .....	41
A - Horário semanal do Primeiro Ano - Agroindústria.....	41
B - Funções dos botões do software <i>Stellarium</i> . ....	42

## 1 INTRODUÇÃO

No contexto científico regional não poderia abdicar desta oportunidade que fascina tanto os estudantes e os amantes da astronomia. A astronomia desde a antiguidade deslumbra atenção por ser um tema que levanta curiosidades. Observar o céu sempre foi algo esplêndido em diversas culturas, que de suas observações eram capazes de descrever uma ampla quantidade de fenômenos e eventos astronômicos. O estudo do universo e dos movimentos dos corpos celestes ajudaram no desenvolvimento científico e crescimento intelectual de várias nações. Contudo, o ensino de Cosmologia e Astrofísica nas escolas brasileiras merece um olhar criterioso para abordar esse tema, o que torna sua proposta didática nas instituições de nível fundamental e médio ainda um grande desafio.

O currículo de Ciências nas escolas públicas é resumido quando se refere ao ensino de Astronomia. O conteúdo é fragmentado em Ciências desde o quinto ano do Ensino Fundamental. No Ensino Médio apenas no primeiro ano um capítulo resumido sobre gravitação. O ensino de Astronomia (Astrofísica e Cosmologia) fascina os alunos, então o uso de experimento como intervenção e sequência didática para o estudo do movimento orbital irá auxiliar os professores de Física nas aulas ao trabalharem conteúdos de Física como cinemática, forças e leis de movimentos e gravidade. A interdisciplinaridade no currículo escolar é importante para que haja uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).

Esta sequência didática (SD) traz uma série de cinco atividades aplicadas a turmas do primeiro ano do Ensino Médio, duas das quais fazendo uso de softwares e outras três com atividades práticas de interação em grupo. Após a execução das cinco atividades espera-se que os estudantes possam ter assimilado uma aprendizagem significativa e crítica sobre os temas abordados (MOREIRA, 2017).

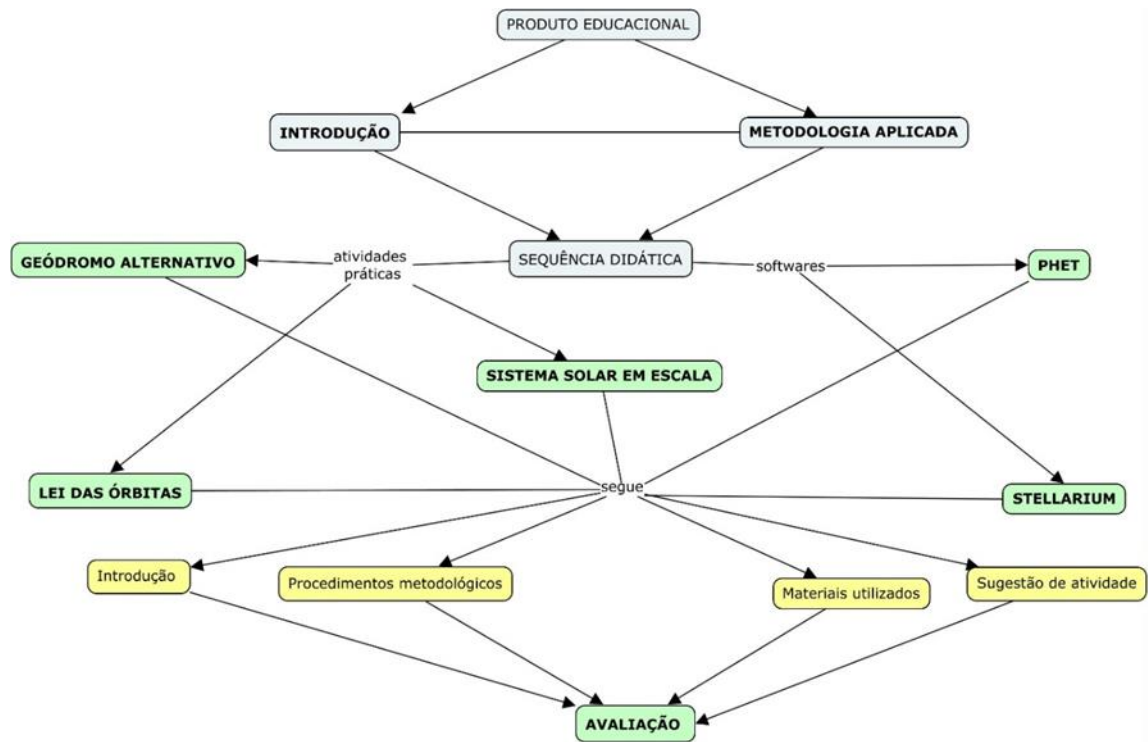
Este manual, assim, irá auxiliar na prática docente com:

- O *software Stellarium* – Movimento retrógrado e orbitais dos planetas, eclipses, cosmologias.
- O *software Phet* – Gravitação e órbitas, campo gravitacional e velocidade de escape.
- Sistema Solar numa peça teatral – demonstra distâncias relativas do Sol em relação aos planetas.
- Leis das órbitas – Órbitas elípticas, áreas e períodos.

- Geódromo alternativo – Movimentos, órbitas, eclipses, estações do ano, solstícios e equinócios.

As cinco atividades da sequência didática são formadas de acordo com o diagrama da figura 1 a seguir:

**Figura 1** Mapa conceitual representando *layout* do produto educacional.



Fonte: Autores do projeto.

Nas atividades propostas terão conteúdos de Física e Astronomia trabalhado em todas as oficinas, isso satisfaz a condição que o educando terá oportunidade de aprendizagem utilizando mais de um recurso pedagógico, de modo diversificado. Significa que aquelas pessoas têm dificuldade com TIC, no caso os softwares, podendo na outra atividade prática da sequência didática (SD) apresentar melhor compreensão e para os estudantes com pleno domínio nas técnicas terão uma aprendizagem significativa crítica fundamentada e compreendida.

## 2 PROCESSO METODOLÓGICO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

Dois momentos são importantes antes da aplicação do produto. A apresentação da proposta ao diretor e ao setor pedagógico da escola faz-se necessário para que tomem ciência do teor conteudista da proposta e o conhecimento dos espaços e recursos disponíveis para a realização do trabalho, além de conhecer-se a rotina, os horários e o regimento escolar. Isso pode ser realizado com o auxílio do professor titular da escola (figura 2).

**Figura 2** Visita ao laboratório de Física. Na imagem aparece o autor, Agenildo Alves (mais abaixo), e o professor de Física da E. E. P. Guilherme Teles Gouveia, André Luiz Rocha (acima).



Fonte: Autores do projeto.

O segundo momento deve ser realizado com a turma onde o professor titular introduz as ideias da proposta e atividades a serem realizadas. Este momento é interessante para vivenciar a aceitação, a curiosidade e a ansiedade inicial dos trabalhos (figuras 3 e 4).

**Figura 3** Apresentação do produto educacional.



Fonte: Autores do projeto.

**Figura 4** Apresentação do cronograma das oficinas.



Fonte: Autores do projeto.

Após esses dois momentos junto a turma, primeiramente foi sugerido que os alunos fizessem uma redação com o objetivo de colher e posteriormente diagnosticar os subsunçores dos estudantes (figura 5). Para isso, é sugerido na íntegra uma contextualização orientadora, com palavras motivadoras, para estimularem os alunos a dissertarem a respeito do tema proposto, por exemplo, sobre particularidades do céu visível durante a noite (Apêndice A).

**Figura 5** Redação sendo aplicada com turma de primeiro ano.



Fonte: Autores do projeto



A análise das redações consiste, primeiramente, em selecionar e dividir de acordos com as afinidades, por exemplo em gupos: (i) Escreveu e desenhou algo, (ii) Colocaram subsunçores interessantes, (iii) Somente desenho, sem contexto científico, (iv) Escreveu e desenhou, mas sem fundamentação.

Para encontrar uma resposta para as intepretações expressadas nas redações no próximo encontro deve-se conversar individualmente com o aluno (ou em grupo, se o professor acreditar ser mais satisfatório e natural). Durante este momento, indagar o aluno sobre o que ele escreveu poderá ajudar o professor a compreender não somente os equívocos e as deficiências, mas também possíveis oportunidades e experiências com as quais alguns desses alunos tiveram, o que explicaria uma descrição bem sucedida e rica de conhecimento na dissertação. O tempo para cada estudante pode ser estipulado em cinco minutos, mas isso é algo relativo e pode levar um pouco de tempo a mais a depender de aluno para aluno. Veja a seguir alguns depoimentos coletados:

Primeiro grupo: Escreveu e desenhou algo

---

ALUNO 1 – Indagado sobre sua descrição, relatou *“gosto muito de planetas e estava lendo na internet sobre o Planeta Nove...é “hipotético”, vi numa reportagem...não sei explicar porque ainda não tem nome e nem o que o torna mais gelado.* Segundo ele, só se interessava pelo sistema solar.

ALUNO 3 - Indagado sobre que o desenhou: *“Não sei muito sobre o assunto”*. Ele desenhou um astronauta na Lua. Comenta sobre satélites artificiais dizendo que *“existi vários, transmitem sinais de TV e mensagens”*. Sobre o desenho de Marte, ele diz que é *“possível habitar em Marte e que viu na TV em uma reportagem”*.

Segundo grupo: Colocaram subsunçores interessantes

---

ALUNO 2 - Aluno relata *“gosto muito de astronomia e astrologia”*. Indagado sobre o termo espaço tempo na sua redação, ele responde: *“porque tempo retarda dependendo do lugar aonde esteja”*. Sobre as marés: *“como a Terra é maior puxa a lua, como a Lua não pode puxar a Terra, então puxa a água”*. Sobre não ter desenhado isso, ele responde: *“Não sou bom de desenho”*. Sobre Sobral, não soube relacionar, comentou sobre a formação dos planetas.

ALUNO 3 - Cita que gosta de Ciências e estava em Fortaleza - CE, onde estudava em uma escola particular. Teve oportunidade de visitar o planetário Centro Dragão do Mar. Cita também que “*o universo observável é aquele até onde luz permite chegar*”. Referenciou medidas de distância dizendo que “*Viajar no espaço não se mede em km, mas em ano luz*”, e disse que “*somos um grão de areia no deserto*”, numa comparação com o que existe no universo.

**Figura 6** Arguição da dissertação.



Fonte: Autores do projeto.

**Figura 7** Arguição da dissertação.



Fonte: Autores do projeto.

Segue-se a esses momentos as oficinas. Cada uma dessas deve ser programada para ter duração de 50 min, mas ressaltando que para um melhor aproveitando, pode ser 100 minutos, que corresponde a duas aulas, pois distribuirá melhor o tempo para os questionamentos. A Sequência das atividades não influencia no processo de ensino aprendizagem dos estudantes. Desse modo, pode ser adotado primeiramente AT – geódromo alternativo, AT – sistema solar numa peça teatral, AT – órbitas de kepler, AT – *software Phet* concluindo com a AT – *software Stellarium*. As três atividades práticas devem ser desenvolvidas em sala de aula, sendo que a AT - sistema solar numa peça teatral é uma adequada num espaço maior, por exemplo, em uma quadra poliesportiva. Os *softwares* devem ser instalados nos computadores do Laboratório de informática da escola.

### 3 OFICINA - SOFTWARE STELLARIUM

#### 3.1 Introdução

Existem vários *softwares* que possuem funcionalidades de um planetário. Alguns com características próprias, vantagens e desvantagens. Entre esses, o *Stellarium* é um dos mais fantásticos e poderosos *softwares* educativo, atualmente relacionado a assuntos da Astronomia. Possui um *layout* elegante e interativo, onde o usuário poderá ter acesso ao céu de sua cidade. Sendo gratuito, pode ser obtido diretamente no site <https://stellarium.org/pt/> e é compatível com a maioria dos sistemas operacionais (CECÍLIO JUNIOR, 2016; CHÉREAU, 2019).

Os conteúdos abordados no *Stallerium* são vastos e não é o objetivo aqui trabalhar todos, mas serão apresentados a seguir alguns de seus recursos apenas para efeito didático.

---

#### Céu do *Stellarium*:

*Catálogo padrão de mais de 600.000 estrelas.1*

*Catálogos extra com mais de 177 milhões de estrelas.2*

*Catálogo padrão com cerca de 80,000 objetos do espaço profundo.3*

*Catálogo extra com mais de 1 milhão de objetos do espaço profundo.4*

*Asterismos e ilustrações das constelações.5*

*Constelações de +20 culturas diferentes.6*

*Imagens de nebulosas (catálogo Messier completo).7*

*Via Láctea realista.8*

*Atmosfera, nascer e pôr-do-sol bastante realistas.9*

*Os planetas e seus satélites.10*

---

#### Interface do *Stellarium*:

*Um zoom poderoso.1*

*Controle de tempo.2*

*Interface em diversos idiomas.3*

*Projeção olho-de-peixe para redomas de planetários.4*

*Projeção esférica-espelhada para sua própria redoma de baixo custo.5*

<i>Nova interface gráfica e controles de teclado extensíveis.</i>	6
<i>Controle de telescópios.</i>	7
<i>Visualização.</i>	8
<i>Grades equatorial e azimutal.</i>	9
<i>Estrelas cintilantes.</i>	10
<i>Estrelas cadentes.</i>	11
<i>Caudas de cometas.</i>	12
<i>Simulação de cintilação de satélites iridium.</i>	13
<i>Simulação de eclipses.</i>	14
<i>Simulação de supernova e nova.</i>	15
<i>Cenários 3D.</i>	16
<i>Terrenos personalizáveis, com projeções panorâmica e esférica.</i>	17
<i>Sistema de plug-ins que adiciona satélites artificiais, simulação ocular.</i>	18
<i>Configuração do telescópio.</i>	19
<i>Capacidade de adicionar novos objetos do sistema solar a partir de recursos on-line.</i>	20
<i>Adicione seus objetos únicos ao céu profundo, terrenos, imagens de constelação.</i>	21

Fonte:< <https://stellarium.org>>. Acesso em: 15 de outubro de 2019.

### **3.2 Objetivos**

- ✓ Demonstrar o movimento retrógrado de Marte.
- ✓ Compreender e descrever o fenômeno dos eclipses solar e lunar.
- ✓ Sensibilizar e expandir o uso do software como alternativa didática como processo de ensino e aprendizagem em astronomia nas escolas públicas.

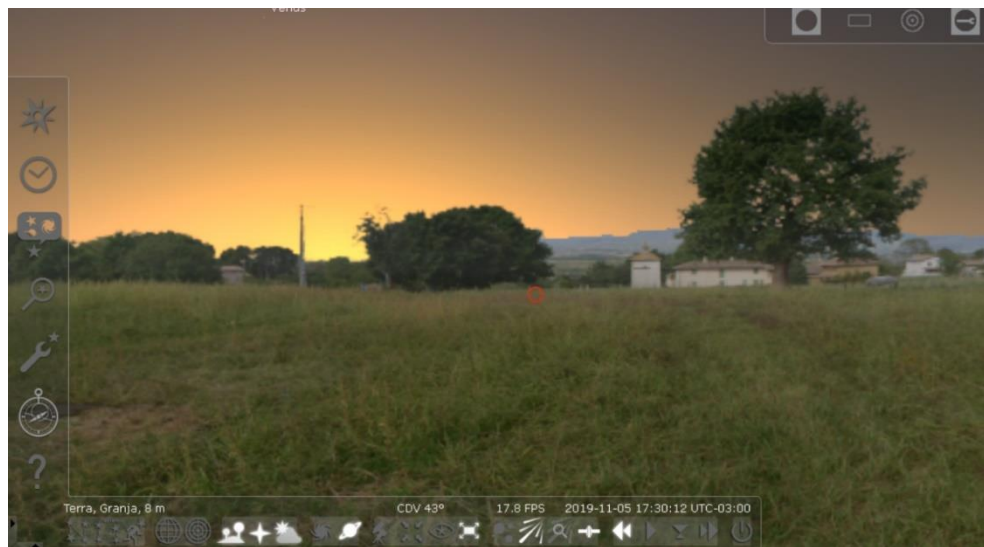
### **3.3 Materiais necessários**

- ✓ Acessar site [stellarium.com](http://stellarium.com)
- ✓ Projetor de multimídia
- ✓ Laboratório de informática ou sala de aula
- ✓ Manual de comando do Software
- ✓ Computadores com as confirmações básicas citada na introdução

### 3.4 Procedimentos de aplicação

O *layout* inicial do *Stellarium*, com a localização de Granja-CE, a 8 m de altitude ao nível do mar, é mostrado na figura 8. No lado esquerdo da tela (barra vertical) estão os ícones das janelas de configurações complexas e na barra horizontal logo abaixo as de configurações rápidas.

**Figura 8** Tela inicial do *Stellarium*.



Fonte: STELLARIUM (2019).

Os alunos devem ser conduzidos até o laboratório de informática formando duplas em cada computador (figuras 9). Para auxiliar os alunos, deve-se demonstrar alguns recursos e a sequência do roteiro proposto no projetor.

**Figura 9** Professor titular auxiliando os alunos.



Fonte: Autores do projeto.

Os alunos podem, por exemplo, localizar as datas dos eclipses ou visualizar com perfeição o movimento retrógado de Marte (figuras 10 e 11).

**Figura 10** Sintonizando o eclipse solar.



Fonte: Autores do projeto.

**Figura 11** Configurando o movimento retrógado de Marte.






Fonte: Autores do projeto.

### 3.5 Sugestões de atividades

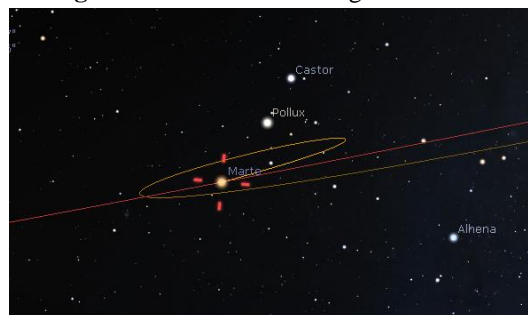
- Verificar o movimento retrógado do Planeta Marte.

Comandos no *Stellarium*:

- i. Abra o *software Stellarium*.
- ii.  Faça a localização da sua cidade, digitando nome.
- iii.  Coloque no modo noturno. (Letra A)
- iv. Aperte F3 e digite o nome do planeta (Marte).
- v. Pressione a letra “O” para visualizar a órbita de Marte.
- vi. Pressione Shift + “T” para mostrar as cores das órbitas distintas.
- vii. Clique 6 vezes no acelerador do tempo .

Além do planeta Marte (figura 12), pode-se verificar outros planetas com o mesmo movimento usando os mesmos comandos, bastar escolher outro planeta.

**Figura 12** Movimento retrógado de Marte.



Fonte: Autores do projeto.

➤ Verificação dos eclipses solares e lunares.

---

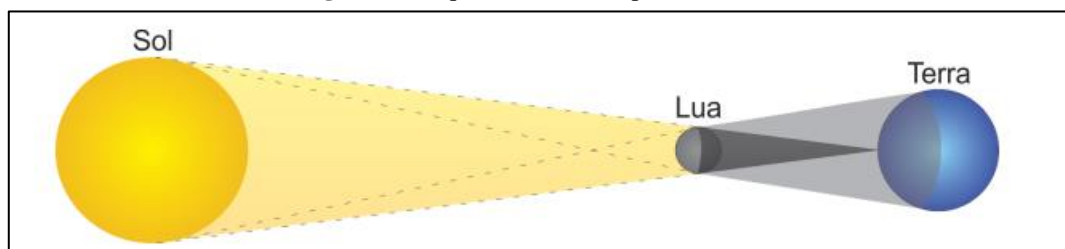
1. Eclipses solares

- ❖ 6 de janeiro de 2019 - eclipse parcial do Sol (não visível do Brasil)
- ❖ 29 de maio de 2019 - eclipse solar total (visível do Brasil)
- ❖ 2 de julho de 2019 - eclipse solar total (não visível do Brasil, visível na Argentina (do sul de Buenos Aires a San Juan) e Chile, inclusive La Serena)
- ❖ 14 de outubro de 2023 - eclipse solar anular - visível no norte do Brasil

Comandos no *Stellarium*:

- i. Abra o *software Stellarium*.
- ii. ☀️ Faça a localização da sua cidade, digitando nome da cidade que ocorrerá o eclipse.
- iii. 📅 Na janela de localização digite a data do eclipse.

**Figura 13** Esquema de um eclipse solar.



Fonte: Oliveira Filho (p. 58, 2014).

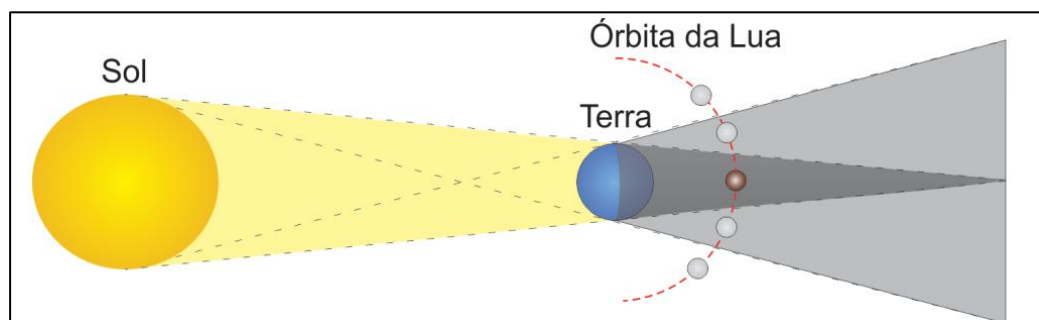
2. Eclipse lunares

- ❖ 21 de janeiro de 2019 - 00h 40 min eclipse lunar total - visível do Brasil
- ❖ 15/16 de maio de 2022 - eclipse total da Lua - visível do Brasil

i. Abra o *software Stellarium*.

- ii. ☀️ Faça a localização da sua cidade, digitando nome da cidade que ocorrerá o eclipse.
- iii. 📅 Na janela de localização digite a data do eclipse.

**Figura 14** Esquema do eclipse lunar.



Fonte: Oliveira Filho, (p. 58, 2014).

## 4 OFCINA - SOFTWARE PHET

### 4.1 Introdução

Fundado em 2002 pelo ganhador do Nobel Carl Wieman, o projeto *PhET Interactive Simulations* da Universidade do Colorado Boulder cria e disponibiliza simulações interativas gratuitas de Matemática e Ciências, que podem ser obtidas a partir do site <https://phet.colorado.edu>. As simulações do *PhET* são baseadas em uma extensa pesquisa educacional e envolvem os alunos através de um ambiente interativo, semelhante a um jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e descoberta.

O *Phet* é um repositório de simulações em Java, então desde de 2018 os programadores estão mudando a linguagem para HTML5. O site <https://phet.colorado.edu> não divulgou o motivo, mas alguns programadores sugerem que essas novas simulações trazem mais praticidade para os usuários.

### 4.2 Objetivos

- ✓ Compreender a Lei da Gravitação Universal entre dois corpos de massas diferentes.
- ✓ Reconhecer a dinâmica nas trajetórias curvas da Terra e Lua.
- ✓ Compreender o campo gravitacional direcionando para Teoria da Relatividade Geral.

### 4.3 Materiais necessários

- ✓ Acessar o site <https://phet.colorado.edu/en/simulation/gravity-and-orbits>.
- ✓ Projetor de multimídia.
- ✓ Laboratório de informática ou sala de aula.
- ✓ Computadores com configurações básicas.

### 4.4 Procedimentos de aplicação

Após acessar o site do *Phet* para iniciar o processo de instalação para uso online da simulação, tem-se que:



=== 1° PASSO ===

Na página inicial do *Phet* (figura 15), na aba superior clicar em *simulations*. Depois em *Physics* (Figura 15) irá abrir uma página com várias simulações em *Fhash*, Java e HTML5.

**Figura 15** Página inicial no site *PhET*.

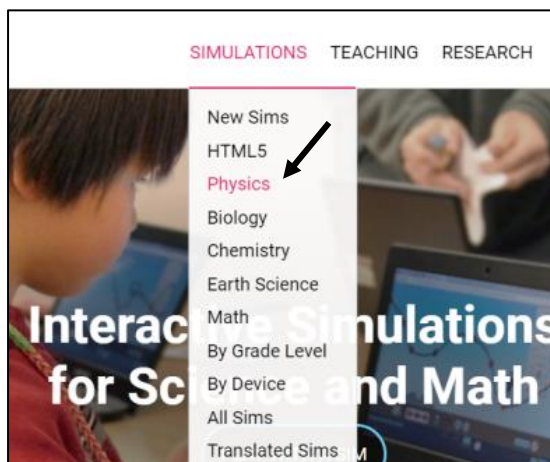


Fonte: *PHET* (2019).

=== 2° PASSO ===

As simulações *Gravity and orbits* e *Gravity Force Lab: Basics* terão duas opções para visualização no modo *EMBED* e é possível executar online sem baixar no computador, de modo que a simulação não será instalada no equipamento. Optando pela opção *download*, o usuário poderá visualizar a simulação em modo *off-line* (figuras 16, 17, 18 e 19).

**Figura 16** Escolher no link simulações categoria Física.



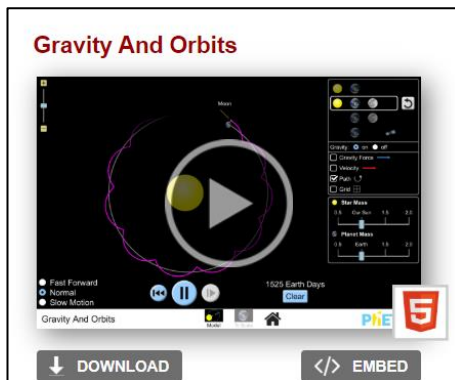
Fonte: *PHET* (2019).

**Figura 17** A simulação escolhida é gravidade e órbitas e força gravitacional.



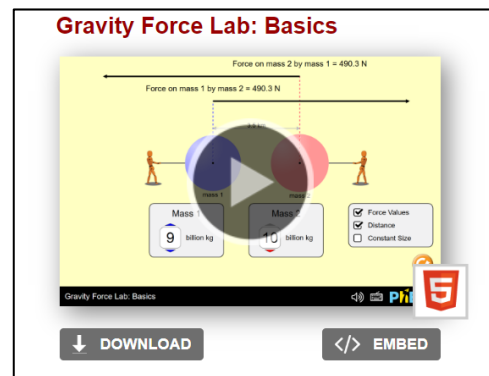
Fonte: *PHET* (2019).

**Figura 18** Tela da simulação.



Fonte: PHET (2019).

**Figura 19** Tela da Simulação.

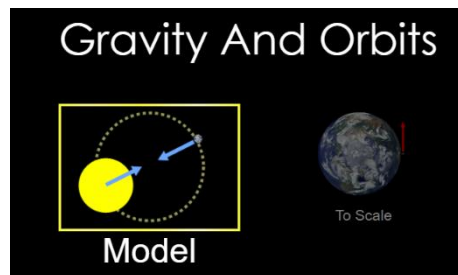


Fonte: PHET (2019).

=== 3º PASSO ===

Na simulação Gravidade e Órbitas aparecerá duas opções *MODEL* do lado esquerdo sem escala e do lado direito *TO SCALE* demonstrando o movimento em escala, deixando a critério do usuário definir qual tipo de opção melhor lhe servirá (figura 20).

**Figura 20** Na simulação Gravidade e órbitas tem segunda opção de escala.



Fonte: PHET (2019).

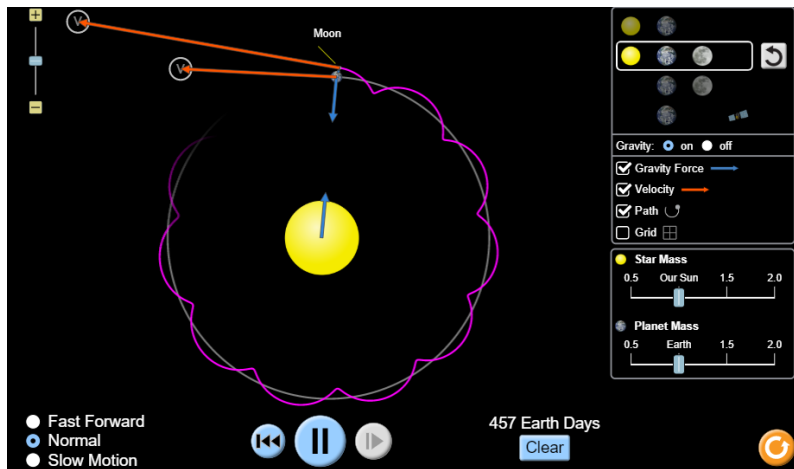
As tabelas 1 e 2 mostram a tradução dos principais nomes que aparecem nas simulações (figuras 21e 22).

**Tabela 1** Tradução dos nomes presentes nas simulações.

Inglês	Português
Gravity	Gravidade
Moon	Lua
Earth	Terra
Fast forward	Avanço rápido
Slow motion	Câmera lenta
Gravity Force	Força gravitacional
Velocity	Velocidade
Path	Caminho
Star mass	Massa estelar
Planet mass	Massa do planeta
Our sun	Nosso Sol
Earth Days	Dias da Terra
Grid	Grade

Fonte: Autores do projeto.

Figura 21 Layout da simulação Gravidade e Órbita.



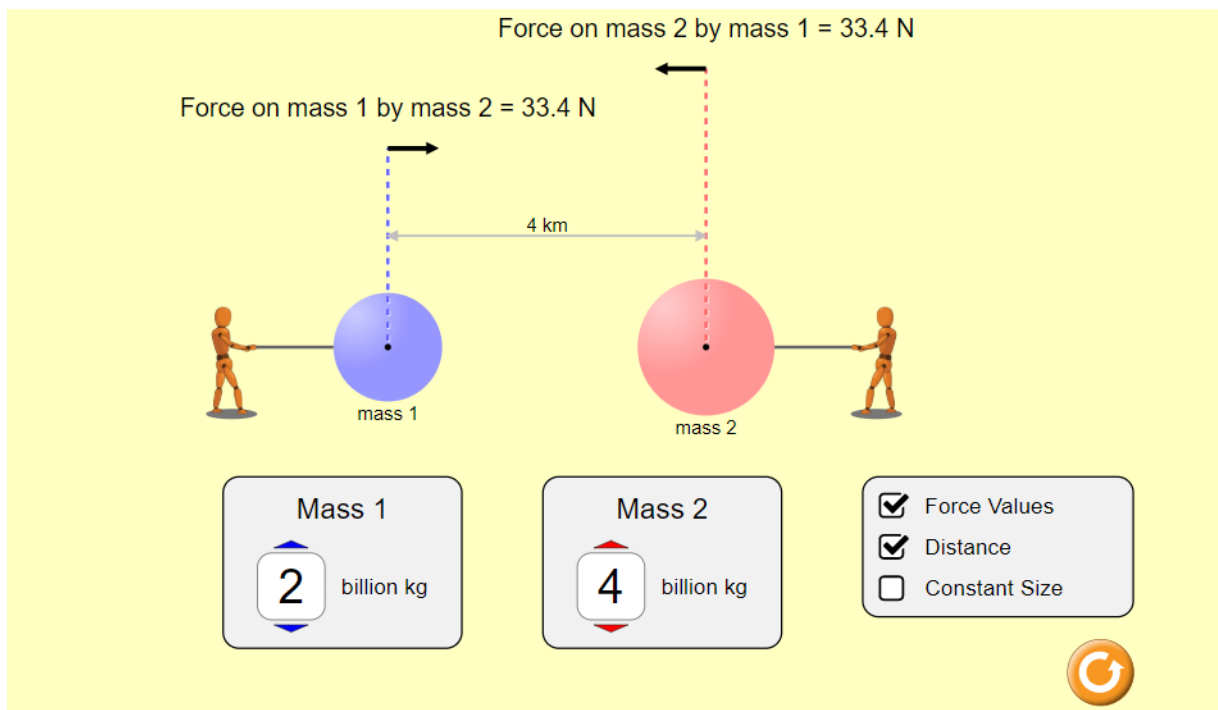
Fonte: PHET (2019)

Tabela 2 Tradução da simulação.

Inglês	Português
billion	bilhão
mass	Massa
force on mass 1 by mass 2	Força na massa 1 pela massa 2
force values	valores de força
distance	distância
constant size	tamanho constante

Fonte: Autores do projeto.

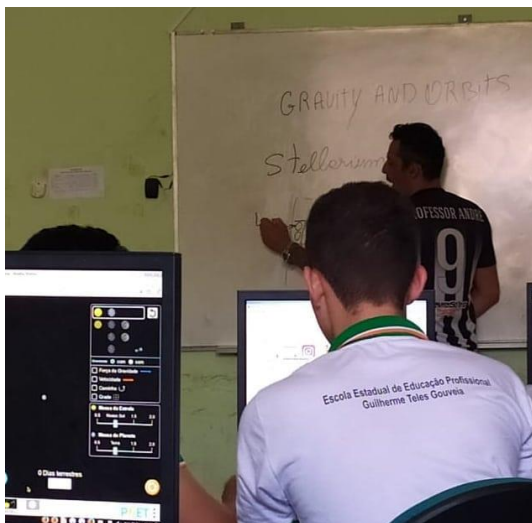
Figura 22 Interface da simulação força gravitacional.



Fonte: PHET (2019).

A discussão poderá iniciar a partir da apresentação dos principais comandos, com o auxílio de um projetor multimídia, onde os alunos devem seguir as orientações do professor, fazendo questionamentos sempre que achar necessário sanar suas dúvidas (figura 23). A primeira simulação utilizada pode ser Gravidade e Órbita, manipulando todas as variáveis possíveis que a simulação disponibilize. A próxima seguirá Força Gravitacional e o professor pode propor um exemplo usando cálculos no quadro, que poderá ser comprovado usando a própria simulação (figura 24).

**Figura 23** Professor apresentando a simulação do PHet.



Fonte: Autores do projeto.

**Figura 24** Alunos manipulando e questionando com o professor.



Fonte: Autores do projeto.

Logo abaixo segue uma lista de questionamento que o professor pode fazer durante o desenvolvimento da atividade na Escola.

#### 4.5 Sugestões de atividade

- Mova o Sol, a Terra, a Lua e a Estação Espacial para ver como isso afeta suas forças gravitacionais e caminhos orbitais.
- Visualize os tamanhos e as distâncias entre os diferentes corpos celestes e “desligue” a gravidade para ver o que aconteceria sem ela.
- Escrever a relação entre o Sol, a Terra, a Lua e a Estação Espacial, incluindo suas órbitas e posições.
- Descreva o tamanho e a distância entre o Sol, a Terra, a Lua e a Estação Espacial.
- Descreva como a gravidade pode controlar o movimento do Sistema Solar.

- Identifique as variáveis que estão relacionadas com a força da gravidade.
- Faça uma previsão e descreva como o movimento orbital de um planeta poderia ser afetado nos casos onde a interação gravitacional com o Sol aumentasse (diminuísse).

## 5.1 Introdução

*Quando os livros abordam o tema “Sistema Solar”, geralmente trazem uma figura esquemática do mesmo. Esta figura, normalmente é constituída pelo Sol e planetas, sendo que não estão em escala os diâmetros do Sol e dos planetas e nem tão pouco as distâncias dos planetas ao Sol e não há nenhuma referência nos textos para esse fato. Apesar de não estarem em escalas, os planetas maiores são representados por círculos grandes e os planetas menores por círculos pequenos, mas tão fora de escala que a Terra parece ser a metade de Júpiter e este, 3 ou 4 vezes menor que o Sol. Um procedimento experimental para resolver este problema será apresentado num outro artigo. Outro problema dos livros didáticos é sobre as distâncias dos planetas ao Sol. Estas figuras nunca obedecem a uma escala para as distâncias. A figura passa a noção errada de que os planetas estão equidistantes uns dos outros. Quando o livro tenta ser mais claro ele coloca uma tabela com as distâncias ao Sol. São números enormes, sendo que ninguém consegue imaginar tais distâncias, e eles não conseguem dar nenhuma noção, aproximada que seja, da distribuição dos planetas ao redor do Sol. É objetivo deste trabalho oferecer uma solução simples para este problema. Outro problema que está implícito nestas figuras esquemáticas do sistema solar é que elas costumam representar os planetas enfileirados, um ao lado do outro. Além da figura não dar nenhuma ideia dos movimentos dos planetas, ela permite que as pessoas pensem que os planetas giram ao redor do Sol desta forma, ou seja, um ao lado do outro, sempre em fila. Este autor já teve a oportunidade de encontrar professores que acreditavam nisso e explicaram que pensavam assim, porque viram a figura nos livros. Damos, a seguir, uma sugestão de como resolver estes problemas, com a participação dos alunos, numa forma “teatral” (CANALLE, 2007).*

## 5.2 Objetivo

Mostrar e representar distâncias no Sistema Solar em escala reduzida e, na mesma escala, apresentar as distâncias médias dos Planetas em relação ao Sol.

### 5.3 Material necessário

- ✓ Pinceis coloridos (figura 25);
- ✓ Papel A4;
- ✓ Bobinas de papel (figura 26);
- ✓ Fita gomada/adesiva;
- ✓ Réguas de 30 cm (figura 27).

**Figura 25** Canetinhas colorida.



Fonte: Autores do projeto.

**Figura 26** Bobina de papel.



Fonte: Autores do projeto.

**Figura 27** Réguas 30 cm.



Fonte: Autores do projeto.

### 5.4 Procedimentos de aplicação

Primeiramente coloque uma tira de papel esticado e anexado na parede e solicite que alguns voluntários levantem e vá, um cada vez, desenhar aonde seria na sua concepção as localizações dos planetas, marcando com pincéis coloridos (figuras 28, 29 e 30).

**Figura 28** Alunos desenhando os planetas.

Fonte: Autores do projeto.

**Figura 29** Alunos desenhando os planetas.

Fonte: Autores do projeto.

**Figura 30** Uma representação com planetas rochosos.

Fonte: Autores do projeto.

Logo após a entrega do material, coloque no projetor as distâncias em escala em centímetro, mas também pode entregar uma folha ou até mesmo escrever na lousa. Isso fica a critério de cada professor, onde individualmente podem orientar os alunos a construírem seu Sistema Solar.

O professor também poderá escolher convenientemente uma escala para a realização desta atividade. Isso ajudará, por exemplo, a usufruir do espaço da escola de modo mais adequado, explorando todo o potencial desse ambiente. Seguindo a sugestão dada por Canalle e Matsuura (2007), podemos desenvolver uma atividade cuja escala de distância entre os objetos



astronômicos possa advir de uma referência de comprimento conhecida. Adotado esse comprimento como a escala padrão é possível prever as distâncias entre os astros a partir de uma relação de proporcionalidade.

Seja, então, a escala dada pelo diâmetro do Sol (1.392.000 km), ao qual será representada no papel por uma esfera de 80,0 cm. Tomando essa escala como referência é possível, por regra de três, encontrar, por exemplo, o diâmetro e a distância média de um determinado astro ao Sol (tabela 3).

**Tabela 3** Tabela das distâncias em escala em centímetro.

Planeta	Distância Média ao Sol (KM)	Distância ao Sol na Escala Adota (cm)	Distância ao Planeta Anterior ( cm)
Mercúrio	57 910 000	5,8	5,8
Vênus	108 200 000	10,8	5,0
Terra	149 600 000	15,0	4,2
Marte	227 940 000	22,8	7,8
Júpiter	778 330 000	77,8	55,0
Saturno	1 429 400 000	142,9	65,1
Urano	2 870 990 000	287,1	144,2
Netuno	4 504 300 000	450,4	163,3
Plutão	5 913 520 000	591,4	141,0
Estrela Alfa Centauro	4,1 x 10 <sup>13</sup> km	4 067 800 (=40,7 km)	4 067 208,6

Fonte: CANALLE (2007).

Outras atividades complementares usando material de baixo custo podem ser encontradas ainda na referência (CANALLE, 2007). Entre essas, verificar o movimento de translação dos planetas e seus satélites e cometas ao redor do Sol pode ser feito usando apenas barbante, cabo de vassoura e tira de papel. Outras exigem apenas a distribuição dos alunos no espaço da escola em configurações que possam representar, através de seus movimentos simultâneos, uma relação entre distância, tempo e velocidade entre os astros. Disso é possível compreender que a velocidade orbital dos planetas varia com a distância de sua órbita ao Sol e que o tempo de uma translação representa a duração de um ano no planeta.

## 6 OFICINA - LEIS DAS ÓRBITAS

### 6.1 Introdução

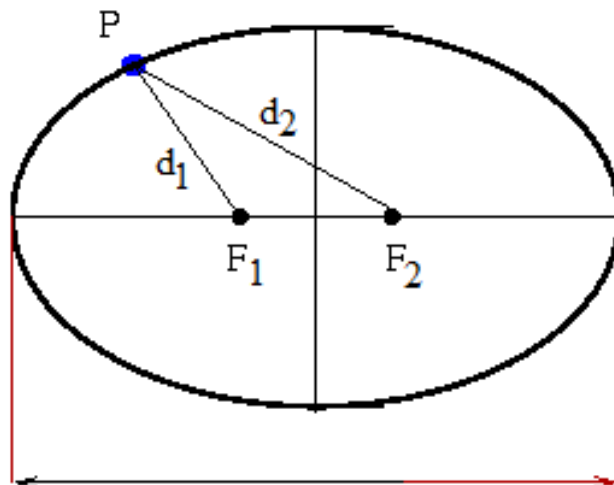
As leis de Kepler compreendem uma representação e uma descrição matemática do movimento orbital dos planetas ao redor de um foco elíptico comum, o Sol. Por ser enunciadas como:

(i) Lei das órbitas:

“*Todo planeta descreve uma órbita elíptica ao redor do Sol, estando este num dos focos da elipse*”.

Uma elipse é definida como o conjunto de pontos P sobre o qual a soma das distâncias ao foco  $F_1$  ao ponto P sobre a curva e de P ao outro foco  $F_2$  sejam sempre iguais. Definindo  $k$  como o valor da soma  $d_1 + d_2$  entre essas duas distâncias, a figura 31 ilustra a elipse.

**Figura 31** Órbita elíptica e as distâncias dos focos.



Fonte: CANALLE (2007).

A elipse também pode ser representada por sua excentricidade, que é um achatamento de curva elíptica obtida matematicamente a partir da razão  $e$  entre as distâncias interfocal  $F_1F_2 = F$  e a medida do comprimento  $A$  do eixo maior da elipse (tabela 4):

$$e = \frac{F}{A} . \quad \text{Eq.1}$$

Um caso particular de elipse é um círculo, que é uma elipse com achatamento nulo; nesse caso, os focos dessa curva coincidem exatamente com seu centro, de modo que, nesse caso,  $e = 0$ .

**Tabela 4** Excentricidade das órbitas dos planetas.

Planeta	Excentricidade
Mercúrio	0,2
Vênus	0,007
Terra	0,02
Marte	0,09
Júpiter	0,05
Saturno	0,06
Uruano	0,05
Netuno	0,009
Plutão	0,25
Cometa Hally	0,89

Fonte: CANALLE (2007).

## 6.2 Objetivo

Verificar a excentricidade das órbitas dos planetas, trabalhando aqueles conceitos errôneos estudados anteriormente das três leis de Kepler.

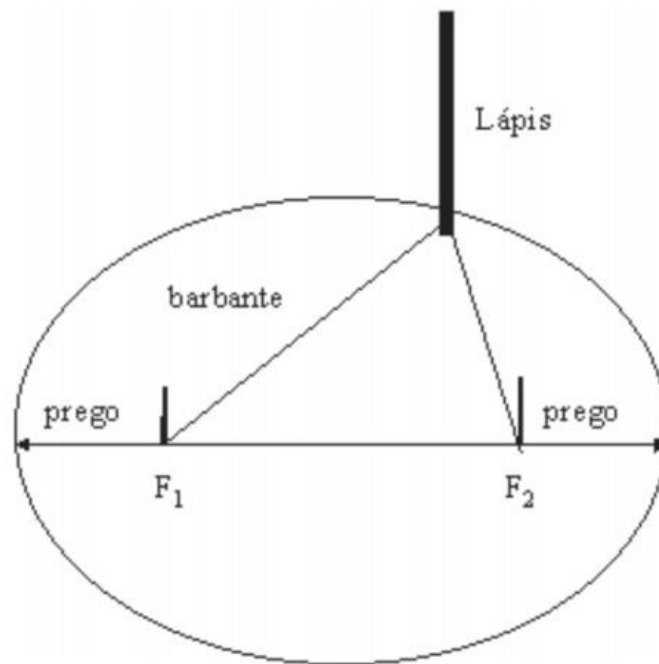
## 6.3 Material necessário

- ✓ Folha A4
- ✓ Cordão
- ✓ Estilete ou tesoura
- ✓ Lápis ou canetinhas
- ✓ Pregos
- ✓ Régua
- ✓ Chapa de papelão

## 6.4 Procedimentos de aplicação

Para facilitar o processo de construção, esta atividade deve ser desenvolvida em duplas (figuras 32 e 33).

**Figura 32** Pregos nos dois focos da elipse.



Fonte: Fonte: CANALLE (2007).

Primeiramente, entrega-se uma folha de papel A4 ao grupo e solicita-se, de olho fechado, que desenhem a órbita da Terra e em seguida pede-se que guardem. Para auxiliar no desenho, usar uma chapa de papelão abaixo da folha.

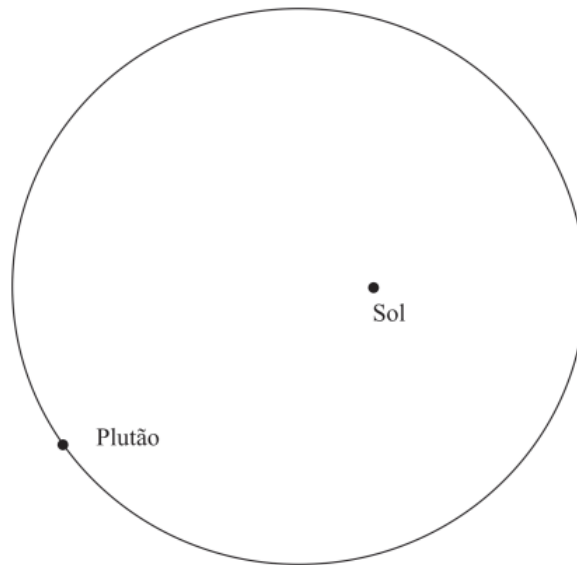
Para desenhar as órbitas é preciso executar dois passos:

1. Descobrir qual é a distância entre os focos. Conhecida a excentricidade “ $e$ ” e escolhido o comprimento do eixo maior “ $A$ ”, arbitrariamente, como sendo, por exemplo 20 cm, obtém-se a distância interfocal  $F$ , dada pelo produto

$$F = e \times A \quad \text{Eq.2}$$

Por exemplo, para a excentricidade de Plutão ( $e = 0,25$ ) e  $A = 20$  cm, temos que  $F = 0,25 \times 20 = 5,0$  cm.

**Figura 33** Órbita de Plutão com excentricidade 0,25.

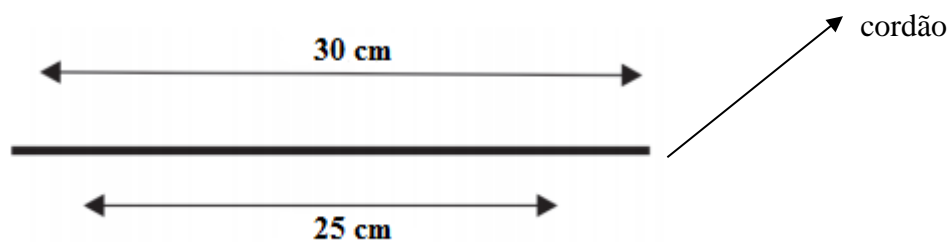


Fonte: Fonte: CANALLE (2007).

2. Descobrir qual é o comprimento  $L$  do barbante a ser usado para desenhar a elipse. Usa-se o método do jardineiro, prendendo o barbante com pregos exatamente nos focas da elipse (figura 32). Esse comprimento é dado pela soma de  $F$  mais  $A$ , ou seja:

$$L = F \times A \quad \text{Eq.3}$$

Por exemplo,  $A = 20$  cm e  $F = 4,0$  cm, logo  $L = 24$  cm, assim sendo, é só cortar um pedaço de barbante com pouco mais de 24 cm, por exemplo, 28 cm, para que se possa amarrar as pontas do barbante, que definem o comprimento  $L = 24$  cm, como mostra a figura abaixo:



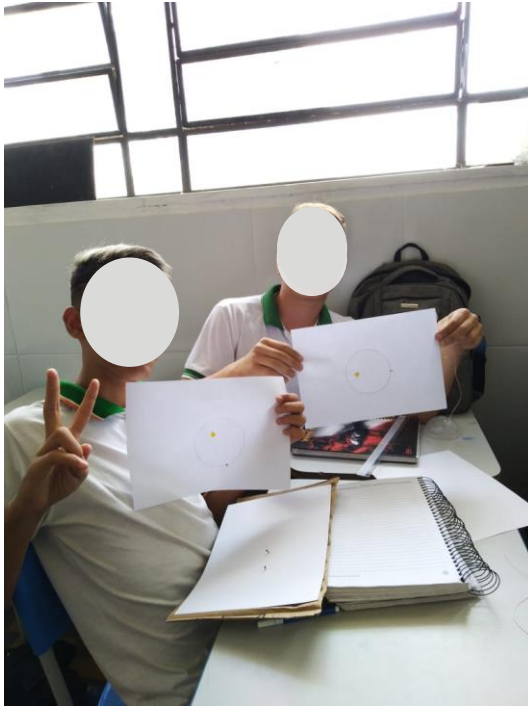
**Figura 34** Materiais usados na atividade. 1- Canetinhas; 2 - Cordão; 3 - Folha A4; 4 – Régua 30 cm, 5 – pregos 15 mm; 6 - Chapa de papelão de 22 cm x 32 cm.



**Fonte:** Autores do projeto

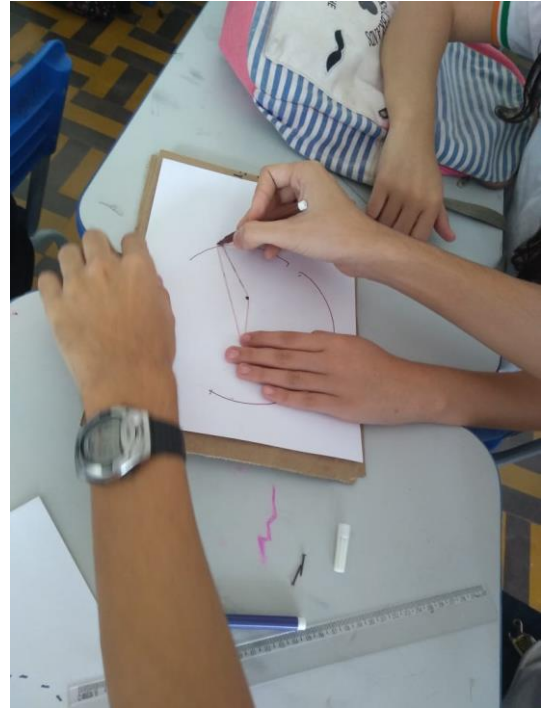
Um registro desta atividade é mostrado nas figuras 35 e 36 a seguir:

**Figura 35** Noções preliminares sobre órbita.



Fonte: Autores do projeto.

**Figura 36** Alunos desenhando a órbita de plutão com excentricidade de 0,25.



Fonte: Autores do projeto.

## 7 OFICINA - GEÓDROMO ALTERNATIVO

### 7.1 Introdução

É muito comum nas aulas de Geografia e de Física a falta de instrumentos que auxiliem na compreensão dos conteúdos abordados nessas disciplinas. No caso deste manual, sugerimos um instrumento alternativo e que pode ser confeccionado com materiais de fácil acesso e baixo custo. O geódromo é um simulador alternativo do sistema solar, podendo também ser chamado de planetário. Nele podem ser trabalhados vários conteúdos, como: estações do ano, eclipses, movimentos orbitais, rotação, translação e marés.

### 7.2 Objetivos

Compreender e descrever fenômenos muitas das vezes esquecidos por parte dos educadores, mas que alavanca importância no meio científico: eclipses, equinócios, solstícios, estações do ano.

### 7.3 Materiais necessários

- Bolas de isopor de 100 mm de diâmetro (Terra)
- Bolas de isopor de 40 mm de diâmetro (Lua)
- Palitos de churrascos (Eixo da Terra)
- Elásticos coloridos médio (Linhas imaginárias)
- Alfinetes coloridos
- 2 Pedaco de papelão espesso 14 cm x 14 cm (base apoio: Terra e Sol)
- 3 metros de fio duplo de 1,5 mm
- Plung macho
- Soquete de rosca
- Lâmpada LED de 10 W (Sol)
- Estiletes
- Chave de fenda

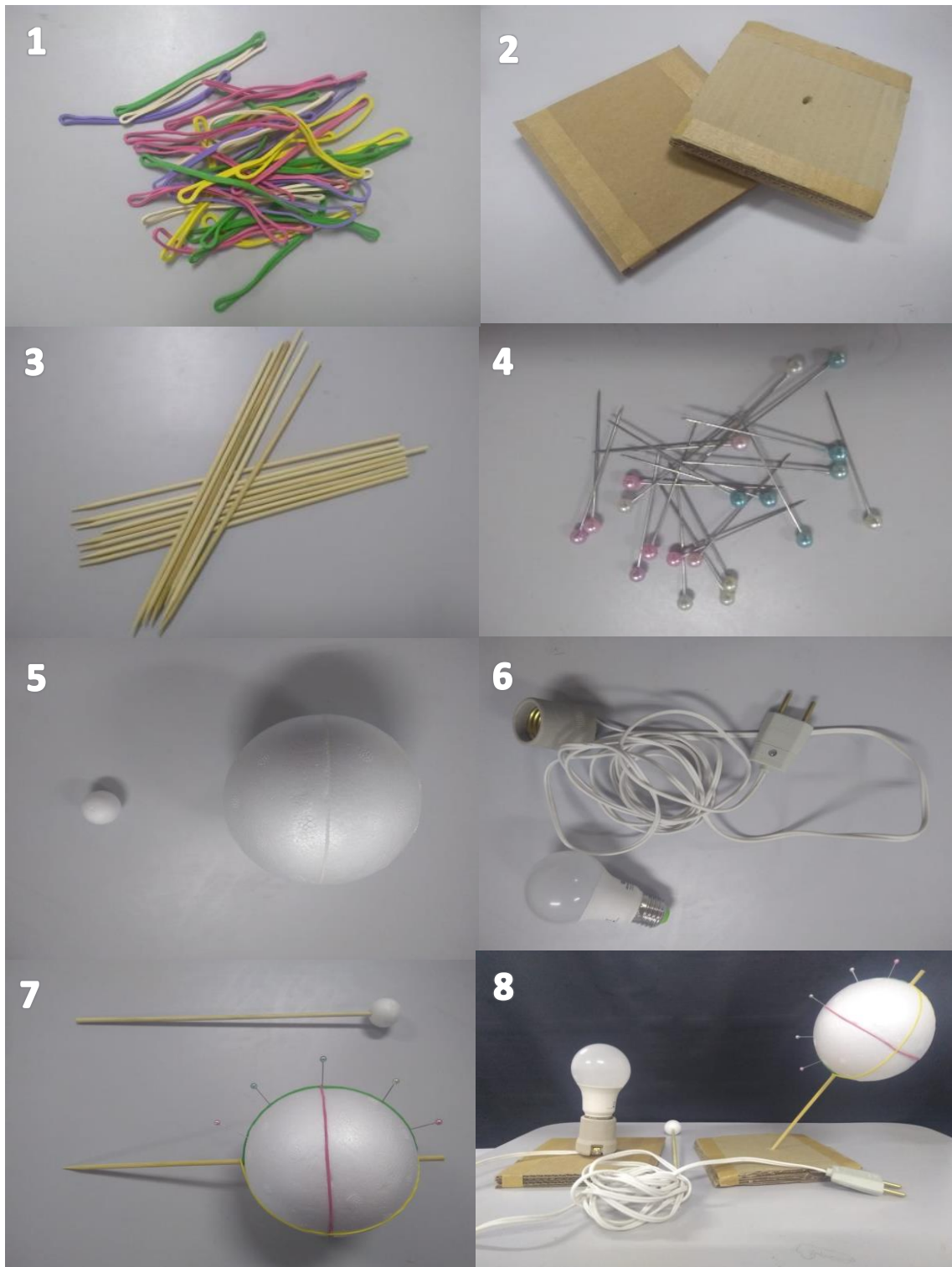
### 7.4 Procedimentos de aplicação

Esta atividade deve ser desenvolvida em grupo com quatro alunos, durante uma aula de 50 min. O material para montagem do geódromo deve ser entregue aos alunos de modo que cada grupo receba o kit Terra - Lua contendo uma bola de isopor de 100 mm, uma bola de isopor de 40 mm de diâmetro, dois palitos de churrasco, dois elásticos, 4 alfinetes coloridos e



O Kit Sol (uma lâmpada de 10 watts, 3 m de fio duplo, soquete de porcelana, uma plung macho e uma base de papelão de 14 cm x 14 cm ). Esses materiais estão ilustrados nas imagens abaixo.

**Figura 37** Materiais utilizados na oficina: 1 - Elásticos coloridos médios. 2 - Bases de papelão 14 cm x 14 cm. 3 - Palitos de churrasco. 4 - Alfinetes coloridos. 5 - Bolas de isopor de 40 mm e 100 mm. 6 - Cabos, plung, soquete e lâmpada. 7- Terra e Lua montada. 8 – Geódroso montado.

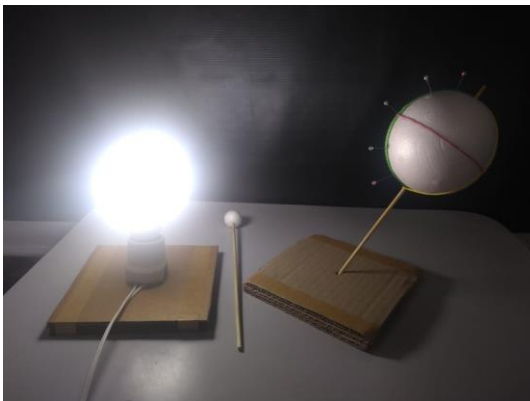


Fonte: Autores do projeto.

## 7.5 Sugestão de atividade

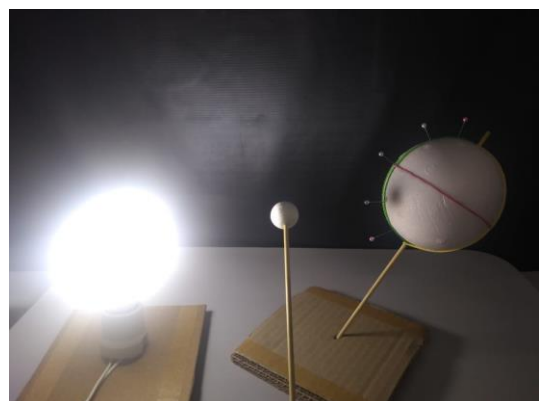
- Propor que os alunos coloquem um elástico na linha do equador, depois outro na dos meridianos (figura 38).
- Um alfinete no trópico de câncer e logo depois um alfinete no trópico de capricórnio.
- Solicitar que coloquem outro alfinete no círculo polar ártico e outro antártico.
- Propor que coloquem todos os “planetas” no círculo para que se possa discutir os equinócios e solstícios, as estações do ano, marés e eclipses (figura 40 e 41).

**Figura 38** Lâmpada ligada (Sol).



Fonte: Autores do projeto.

**Figura 39** Simulação de eclipse solar.



Fonte: Autores do projeto.

**Figura 40** Demonstração dos equinócios e dos solstícios.



Fonte: Autores do projeto.

**Figura 41** Demonstração do eixo de inclinação em relação ao eclíptica de 23°.



Fonte: Autores do projeto.

## **8 PROPOSTA DE AVALIAÇÃO**

A avaliação sugerida é formativa através da redação pré e pós-produto, como também a entrevista onde deve envolver todos os alunos com as atividades da proposta. Após os estudantes participarem de todas as atividades da sequência didática deverão dissertar um texto onde irão expor os conceitos estudados.

O aluno também pode apresentar seu conhecimento aprendido através de apresentação de seminários em grupos. Vale ressaltar que esta proposta não impede o professor de elaborar questões ou até mesmo adotar propostas elaboradas pelo livro didático do aluno. Os dois textos da pré e pós-dissertação da aplicação deste produto educacional estão no apêndice.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva.** 1 ed. Plátano-Edições e Técnicas. 2003.

CANALLE, J. B.; MATSUURA, O. T. **FORMAÇÃO CONTINUADA PARA PROFESSORES. Curso de Astronáutica e Ciências do Espaço: Astronomia.** AEBEscola, 2007. Disponível em: < [http://www.aeb.gov.br/wpcontent/uploads/2018/05/ astronomia\\_manual.pdf](http://www.aeb.gov.br/wpcontent/uploads/2018/05/ astronomia_manual.pdf) >. Acesso em: 15 de maio 2020.

CECÍLIO JUNIOR, P. E. **Stellarium: Aprendendo astronomia com software.** 1. ed. Curitiba: Appris, 2016.

CHÉREAU, F. ( coord. Do projeto). WOLF, Alexander; CHÉREAU; Guillaume, ZOTTI, Georg; CARDINOT, Marcos (Desenvolvedor). JOHAN; Meuris; BERNARDI, Martín (designer gráfico) < [https://stellarium.org/pt\\_BR/](https://stellarium.org/pt_BR/) >. Stellarium Versão: 19.3. Acesso: 15 de outubro de 2019.

MOREIRA, M. A. **Ensino e Aprendizagem Significa.** 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

PHET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulation/gravity-and-orbits>>. Acesso em: 10 agosto 2019.

PHET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Disponível em: < <https://phet.colorado.edu/en/simulation/gravity-force-lab-basics>>. Acesso em: 10 agosto 2019.

OLIVEIRA FILHO, K. S; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia & Astrofísica.** 3 ed. São Paulo. Editora: Livraria da Física, 2014.

A - Dissertação aplicada antes da aplicação do produto

### **Sobre o Universo**

Caro (a) estudante, a partir da leitura das palavras motivadoras e com base nos conhecimentos construídos ao longo de sua formação, redija um texto dissertativo sobre o tema “Astronomia: o que vi, escutei e aprendi”. Organize seu texto de forma coerente e coesa, com argumentos e fatos que ajudem para uma melhor descrição.

#### **Sugestão de palavras motivadoras:**

Estações do ano; Eclipse; Satélites naturais e artificiais; Terra; Planetas; Sistema Solar; Movimento Orbital; gravidade; Sobral.

**Observação:** Não é necessário seguir a ordem e nem usar todas as palavras motivadoras sugeridas. Além disso, é permitido usar palavras motivadoras que você conhece e que não tenha sido sugerida, mas é importante que sua resposta seja sincera e coerente. É também permitido desenhar ou fazer gráficos, caso ache necessário para um melhor entendimento.

Agenildo Alves de Vasconcelos  
Mestrando MNPEF – UFERSA-RN  
Prof. Orientador Dr. Hidalyn Theodory C. M. Souza

---

## B - Dissertação aplicada após aplicação do produto

## FOLHA DE REDAÇÃO

**Descreva sobre o “Céu”**

Caro(a) estudante, a partir dos conhecimentos construídos ao longo da aplicação do produto educacional “**INTERVENÇÃO E SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DO MOVIMENTO ORBITAL**”, redija um texto dissertativo sobre o tema “o que há acima de nós”. Organize seu texto de forma coerente e coesa, com argumentos e fatos que ajudem para uma melhor descrição.

**Observação:** É importante que sua resposta seja sincera e coerente. É também permitido desenhar ou fazer gráficos, caso ache necessário para um melhor entendimento. O céu entre aspas, está se referindo ao céu visível da cidade onde você reside.

1. Utilize, preferencialmente, caneta esferográfica azul ou preta;
2. Se desejar apresentar um título, escreva-o na primeira linha;
3. Respeite as margens do espaço destinado à redação.

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	

Granja, 06 de Dezembro de 2019

Agenildo Alves de Vasconcelos  
Mestrando MNPEF – UFERSA/Mossoró – RN  
Prof. Orientador Prof. Dr. Hivalyn Theodory C. M. Souza

---











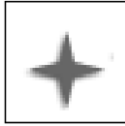
## ANEXO





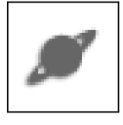

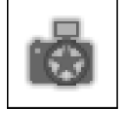





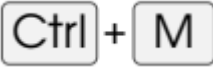
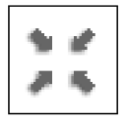


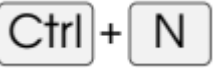
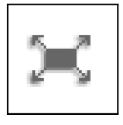



### A - Horário semanal do Primeiro Ano - Agroindústria











Aula	Horário	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
1ª Aula	7:00 – 8:20	M. Trabalho	FP	Português	Biologia	FB
2ª Aula	8:20 – 9:10	Sociologia	FP	Português	Biologia	FB
Intervalo	9:10 – 9:30	Intervalo	Intervalo	Intervalo	Intervalo	Intervalo
3ª Aula	9:30 – 10:20	Filosofia	EP	EP	FP	Biologia
4ª Aula	10:20 – 11:10	Matemática	EP	EP	FP	Física
5ª Aula	11:10 – 12:00	Matemática	Cidadania	EP	Espanhol	Física
Almoço	12:00 – 13:00	Almoço	Almoço	Almoço	Almoço	Almoço
6ª Aula	13:00 – 13:50	Português	Geografia	Empreendedorismo	Informática	Matemática
7ª Aula	13:50 – 14:40	Português	Geografia	Empreendedorismo	Informática	Matemática
Intervalo	14:40 – 15:00	Intervalo	Intervalo	Intervalo	Intervalo	Intervalo
8ª Aula	15:00 – 15:50	P de vida	Historia	Arte	Química	Inglês
9ª Aula	15:50 – 16:40	P de vida	Historia	P de vida	Química	Ed. Física



B - Funções dos botões do software *Stellarium*.

Característica	Botão	Tecla de atalho	Descrição
Constelações		C	Desenhe constelações como “bonequinhos”
Nomes das Constelações		V	Desenhar o nome das constelações
Arte Constelação		R	Sobrepor representações artísticas das constelações
Limites da constelação		B	Desenhe limites das constelações
Grade Equatorial		E	Desenhe linhas de grade para o equatorial sistema de coordenadas
Grade de azimute		Z	Desenhar linhas de grade para a horizontal sistema de coordenadas
Grade Galáctica		-	Desenhar linhas de grade para o sistema de coordenadas galácticas
Grade J2000 Equatorial		-	Desenhe linhas de grade para o equatorial sistema de coordenadas na época padrão
Grade Eclíptica		-	Desenhar linhas de grade para o sistema de coordenadas eclípticas da data
Alternar chão		G	Alterne o desenho do solo. Virar isso para ver os objetos que estão abaixo o horizonte.
Alternar pontos cardeais		Q	Alternar marcação do Norte, Sul, Pontos leste e oeste no horizonte.

Alternar atmosfera			Alterna efeitos atmosféricos. A maioria notavelmente torna as estrelas visíveis no dia.
Objetos do céu profundo			Alterne para marcar as posições de Objetos do céu profundo.
Dicas do Planeta			Alterne os indicadores para mostrar a posição dos planetas.
Imagens da nebulosa			Alternar "imagens da nebulosa"
Pesquisa do céu digitalizado		-	Alternar "Pesquisa do céu digitalizado"
Pesquisas Progressivas Hierárquicas			Alterne "Progressivo hierárquico pesquisas" Alternar entre horizontal (Alt / Azi)
Sistema de coordenadas			coordenada equatorial (RA / Dec) sistemas.
Todo			Centralize a vista no objeto selecionado
Modo noturno			Alterne para "modo noturno", que se aplica um filtro somente vermelho para a visualização a ser mais fácil para os olhos escuros.
Modo tela cheia			Alterne para o modo de tela cheia.
Favoritos(as)			Alterna a janela de favoritos.

Flip visão (horizontal)		Ctrl + Shift + H	Virar a imagem na horizontal avião.
Flip visão (vertical)		Ctrl + Shift + V	Inverta a imagem no plano vertical.
Sair do Stellarium		Ctrl + Q	Fechar Stellarium
Janela de Ajuda		F1	Mostra a janela de ajuda, com a tecla ligações e outras informações úteis
Janela de configuração		F2	Mostrar a janela de configuração
Janela de pesquisa		F3 or Ctrl + F	Mostrar a janela de pesquisa de objetos
Janela de visualização		F4	Mostrar a janela de visualização
Janela de oportunidade		F5	Mostrar a janela de tempo
Janela Localização		F6	Mostrar a janela de localização do observador (mapa)
Janela Astro Calc		F10	Mostrar os cálculos astronômicos janela