

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS

EMERSON JOSÉ DIAS DE ARAUJO

**ENSINO HÍBRIDO: UMA PROPOSTA PARA A ABORDAGEM DAS LEIS DE
KEPLER NO ENSINO MÉDIO**

**SÃO PAULO
2019**

EMERSON JOSÉ DIAS DE ARAUJO

**ENSINO HÍBRIDO: UMA PROPOSTA PARA A ABORDAGEM DAS LEIS DE
KEPLER NO ENSINO MÉDIO**

**Versão Corrigida.
O original encontra-se disponível na Unidade.**

Dissertação apresentada ao Departamento de
Astronomia do Instituto de Astronomia,
Geofísica e Ciências Atmosféricas da
Universidade de São Paulo como requisito
para obtenção do título de Mestre em Ensino.

Área de concentração: Ensino de Astronomia.

Linha de Pesquisa: Astronomia na Educação
Básica.

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Elysandra Figueredo
Cypriano.

**SÃO PAULO
2019**

ARAUJO, E. J. D. **Ensino Híbrido: Uma proposta para a abordagem das Leis de Kepler no Ensino Médio**. 2019. 150f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia) – Instituto de Astronomia, Geociências e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

Aprovado em: 30 de março de 2020.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Elysandra Figueredo Cypriano

Instituição: IAG/USP

Julgamento: Aprovado

Prof. Dr. João Augusto Mattar Neto

Instituição: PUC-SP

Julgamento: Aprovado

Prof. Dr. Ivã Gurgel

Instituição: IF/USP

Julgamento: Aprovado

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força espiritual e auxílio, como guia e luz, durante toda esta caminhada.

Aos meus pais, José Teixeira de Araujo (*in memoriam*) e Antonia Dias Pedroso Araujo, que desde muito cedo se preocuparam com a minha educação.

A minha esposa, Anna Paula e minha filha Letícia, pela paciência e compreensão em muitos momentos que estive ausente. Por todo o apoio, mesmo nos momentos mais difíceis, entre escritas e reescritas. Esta companheira e amiga foi fundamental para que este trabalho fosse finalizado.

Em especial a minha orientadora, Prof. Elysandra Cypriano, por toda a atenção e carinho que conduziu este trabalho para que se tornasse realidade.

Aos professores pesquisadores do programa de Mestrado Profissional e aos amigos do mestrado, pela parceria, estudos em grupo e pelo tempo que passamos juntos na busca pelo conhecimento.

A direção do colégio Monteiro Lobato, Marcia Braghini e família, pela amizade, oportunidades e por acreditarem em uma educação viva e transformadora. O trabalho desenvolvido por esse colégio foi essencial para a idealização deste material.

A diretora da escola ETEC Tiquatira, Renata Garcia e aos professores Luiz Felipe, Mibzar Herrera, Cláudia Paschoal, Vanda Franco, Raquel Molino, Renato Apolo, pelas contribuições e apoio.

Ao grande amigo Fernando Nicholls que, durante nossas longas conversas, corridas e noites de observação do céu, acreditou e incentivou o meu ingresso no mestrado. Sua força e amizade foram importantíssimos nessa caminhada.

Aos amigos Christiano, Marcia e Francine Barretti, pelo apoio e ajuda durante a escrita da dissertação.

“Não sei o que possa parecer aos olhos do mundo, mas aos meus pareço apenas ter sido como um menino brincando à beira-mar, divertindo-me com o fato de encontrar de vez em quando um seixo mais liso ou uma concha mais bonita que o normal, enquanto o grande oceano da verdade permanece completamente por descobrir à minha frente”.

Isaac Newton

RESUMO

Neste trabalho apresentamos o produto educacional para o ensino das Leis de Kepler e da Gravitação Universal, na modalidade de ensino híbrido. As aulas são compostas por momentos presenciais, no ambiente escolar e momentos online, nos laboratórios da escola e na forma de tarefa de casa. Para isso desenvolvemos um Ambiente Virtual de Aprendizagem utilizando o *EDMODO*. As aulas foram planejadas de forma a explorar o uso de diversos recursos tecnológicos e didáticos com o objetivo de atender às características dos jovens estudantes do Ensino Médio, que nasceram e convivem imersos na tecnologia. O formato do produto educacional busca atender aos Três Momentos Pedagógicos (3MPs), inspirados em Paulo Freire, constituídos pela Problematização, Organização e Aplicação do Conhecimento. A problematização ocorre através da contextualização histórica com o uso de uma história em quadrinhos. A Organização do Conhecimento sobre as Leis de Kepler e a Gravitação Universal é realizada por meio de simuladores e a Aplicação do Conhecimento ocorre através do desenvolvimento de uma atividade que explora a coleta e análise de dados, nos moldes da metodologia científica utilizada na Astronomia moderna.

O produto educacional foi aplicado em uma turma do 1º ano do Ensino Médio de uma escola técnica estadual. Os resultados revelaram que a conciliação do ensino híbrido com a metodologia dialógica dos 3MPs foram importantes para alcançar aulas que favoreceram a autonomia dos alunos, a mediação do professor, bem como a interação e a colaboração entre os alunos durante as aulas presenciais e *online*. O grupo de alunos teve baixa participação nas aulas *online*, mas demonstrou engajamento no uso da tecnologia e na participação em atividades diversificadas. O ensino híbrido mostrou-se interessante para o acompanhamento dos alunos e identificação de defasagens durante o aprendizado.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia. Ensino Híbrido. Leis de Kepler. Gravitação Universal.

ABSTRACT

This work shows an educational strategy in order to explore the Kepler's Laws and Gravitation, in a blended learning mode. The main idea is to combine meetings at school environment and also online learning, as a school lab activities and as a homework. For this purpose, we developed a Learning Management System (LMS) by using EDMODO. The study strategy were designed to explore several technological and didactic resources in order to support the young students profile, who were born and live immersed in technology.

The developed educational strategy was inspired on Paulo Freire's who, as well, has inspired the Three Pedagogical Moments (3MPs): the problematization, knowledge organization and knowledge application. The problematization was approached with a historical background with the comic book support. The knowledge organization about Kepler's Laws and Gravitation was developed by using simulators and, in order to support the knowledge application, we perform acquisition and data analysis, in order to mimetize the commouns astronomer's scientific methods.

The learning strategy has been applied with first-degree students in a technical and public high school. The main results shows that the blended learning strategy combined with the 3MP dialogical approach was really important to promote the student autonomy, the teacher mediation, as well as to engage interaction and collaboration between students during face-to-face and online classes. The students show small participation in online activities but, on the other hand they had been involved in the use of technology and in the several resources explored in the blended activities. The teacher work was benefited by the blended learning strategy as it easily provides the student's perform tracking and also to provide students support.

Keywords: Astronomy Education. Blended Learning. Kepler's Law. Newton's Law of Universal Gravitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelos para o ensino híbrido	24
Figura 2. Modelo sustentados e disruptivos para o ensino híbrido.....	26
Figura 3. Estrutura das Atividades	38
Figura 4. Tela do AVA <i>Edmodo</i>	42
Figura 5. Tela do simulador.....	46
Figura 6. Representação do formato da órbita da Terra	62
Figura 7. Atividade sobre as Leis de Kepler	71
Figura 8. Distância do sistema Terra-Sol	72
Figura 9. Área.....	74
Figura 10. Exemplo de uma resposta incompleta	76
Figura 11. Vídeo Gravitação Universal.....	79
Figura 12. Vídeo com a simulação do movimento dos satélites de Júpiter	83
Figura 13. Tela do CLEA com a posição dos satélites de Júpiter	85
Figura 14. Tabela de dados.....	85
Figura 15. Software CLEA.....	86
Figura 16. Apresentação gráfica dos dados sobre o satélite Europa	87
Figura 17. Classificação da metodologia utilizada.....	91
Figura 18. Tela do simulador.....	98
Figura 19. Observação noturna do céu	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dimensões quanto a importância da Astronomia	56
Tabela 2. Desenvolvimento da Astronomia	57
Tabela 3. Modelos para o Sistema Solar.....	58
Tabela 4. Observação do céu	59
Tabela 5. Uso de telescópios	59
Tabela 6. Informações sobre os corpos celestes	60
Tabela 7. Participação no questionário Contexto Histórico	65
Tabela 8. Participação no fórum da aula Contexto Histórico.....	66
Tabela 9. Comentários do fórum da aula Contexto Histórico	66
Tabela 10. Respostas sobre a 2ª Lei de Kepler	74
Tabela 11. Respostas sobre a 3ª Lei de Kepler	76
Tabela 12. Participação no fórum Leis de Kepler.....	77
Tabela 13. Respostas no fórum Leis de Kepler.....	78
Tabela 14. Participação no questionário – Gravitação Universal	80
Tabela 15. Participação no fórum – Gravitação Universal.....	81
Tabela 16. Respostas no fórum – Gravitação Universal	81
Tabela 17. Atividade que mais gostou	93
Tabela 18. Atividade que menos gostou	93
Tabela 19. O que foi mais marcante neste projeto	94

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Descrição das Leis de Kepler	61
Gráfico 2. Respostas para a representação do formato da órbita da Terra.....	63
Gráfico 3. Nota dos alunos no questionário da aula Contexto Histórico.....	65
Gráfico 4. Notas do Grupo A	69
Gráfico 5. Notas do Grupo B	69
Gráfico 6. Notas do Grupo C	70
Gráfico 7. Notas do Grupo F	70
Gráfico 8. Respostas sobre a variação de distância	73
Gráfico 9. Notas dos alunos no questionário <i>online</i>	80
Gráfico 10. Medidas para a Massa de Júpiter	88
Gráfico 11. Leis de Kepler	89
Gráfico 12. Aplicabilidade das Leis de Kepler e Gravitação Universal	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3MPs	Três Momentos Pedagógicos
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
CLEA	Laboratório Contemporâneo de Experiências em Astronomia
CV	Técnico em Comunicação Visual
EaD	Educação a Distância
ECPC	Ensino de Ciências a partir de Problemas da Comunidade
ETEC	Escola Técnica Estadual
HQ	História em Quadrinhos
LMS	Learning Management System
MEC	Ministério da Educação
MDV	Técnico em Modelagem do Vestuário
OBA	Olimpíada de Astronomia e Astronáutica
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
QUIM	Técnico em Química
QD	Questionário Diagnóstico
QF	Questionário Final
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UA	Unidade Astronômica
IAU	União Astronômica Internacional

Sumário

CAPÍTULO 1. ENSINO HÍBRIDO	17
1.1 A ORIGEM E EVOLUÇÃO DA EAD.....	17
1.2 ENSINO HÍBRIDO: UMA DEFINIÇÃO	20
1.3 ENSINO HÍBRIDO: O QUE DIZ A LEGISLAÇÃO	27
1.4 ENSINO HÍBRIDO: O QUE VEMOS NAS ESCOLAS	29
1.5 ENSINO HÍBRIDO: O QUE DIZ A LITERATURA	31
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	34
CAPÍTULO 2. O PRODUTO EDUCACIONAL	36
2.1 METODOLOGIA DE ENSINO	39
2.2 O AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM EDMODO	41
2.3 OS BLOCOS TEMÁTICOS.....	43
2.3.1 BLOCO I – ABORDAGEM HISTÓRICA.....	43
2.3.1.1 Aula 1 – Apresentação.....	43
2.3.1.1.1 Materiais para a aula 1	44
2.3.1.1.2 Aula 2 – Ombros de Gigantes	44
2.3.1.1.2.1 Materiais para a aula 2	45
2.3.2 BLOCO II – DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL	45
2.3.2.1 Aula 3 – Leis de Kepler	45
2.3.2.1.1 Materiais para a aula 3	46
2.3.2.2 Aula 4 – Gravitação Universal.....	47
2.3.2.2.1 Materiais para a aula 4	47
2.3.3 BLOCO III – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO	47
2.3.3.1 Aula 5 - Atividade de Campo	48
2.3.3.1.1 Materiais para a aula 5	48
2.3.3.2 Aula 6 –Satélites de Júpiter.....	48
2.3.3.2.1 Materiais para a aula 6	50
2.4 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	50
CAPÍTULO 3 – APLICAÇÃO E RESULTADOS.....	52
3.1 BLOCO I – ABORDAGEM HISTÓRICA.....	53
3.1.1 Aula 1 - Apresentação.....	53
3.1.2 Aula 2 – Contexto Histórico	63

3.2 BLOCO II – DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL	71
3.2.1 Aula 3 – Leis de Kepler	71
3.2.2 Aula 4 – Gravitação Universal	79
3.3 BLOCO III – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO	82
3.3.1 Aula 5 – Observação do céu	82
3.3.2 Aula 6 – Satélites de Júpiter.....	82
3.4 AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	88
CAPÍTULO 4 – CONCLUSÃO	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	110
APÊNDICE B – AUTORIZAÇÃO	150

CAPÍTULO 1. ENSINO HÍBRIDO

O termo “ensino híbrido” ou “*blended learning*”¹ é utilizado na combinação entre duas modalidades de ensino que, historicamente, evoluíram separadamente: o ensino presencial e a Educação a Distância (EaD) (TORI, 2009). Esta discussão foi intensificada com uso da tecnologia na EaD que, por meio de recursos *online*, promoveu novas formas de aprendizagem e ampliou o acesso à educação (TORI, 2002; MORAN, 2002). Esta mistura vem sendo praticada nos cursos do ensino superior com a expansão de cursos semipresenciais (JUNIOR e CAVALCANTE, 2017), mas algumas escolas e professores da educação básica têm aplicado o ensino híbrido durante as aulas regulares (ALMEIDA, 2015; MOLINA, 2016; PEREIRA, 2017; DA SILVA, 2017; CASAGRANDE, 2018; MOURA, 2018).

Neste capítulo vamos delinear a concepção do ensino híbrido e seu contexto derivado da EaD.

1.1 A ORIGEM E EVOLUÇÃO DA EAD

A modalidade EaD pode ser atribuída às cartas de Platão, às Epístolas de São Paulo e outros ainda à invenção da imprensa, no século XV, dada a possibilidade de independência temporal e espacial da educação (MAIA e MATTAR, 2008). No entanto, a efetivação da EaD ocorre somente no século XIX, “em função do desenvolvimento dos meios de transporte e comunicação (trens e correios)”.

O Ministério da Educação (MEC) traz a seguinte definição para a EaD:

[...] modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorra com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com pessoal qualificado, com políticas de acesso, com acompanhamento e avaliação compatíveis, entre outros, e desenvolva atividades educativas por estudantes e profissionais da educação que estejam em lugares e tempos diversos. (BRASIL, 2017a)

¹ Termo em inglês para “ensino híbrido”.

Nesta modalidade de ensino alunos e professores podem estar distantes geograficamente (MAIA e MATTAR, 2008). A comunicação não precisa acontecer instantaneamente, mas para que o ensino ocorra é necessário um meio para a comunicação entre alunos e professores. Alguns autores caracterizam a trajetória da EaD através das divisões por gerações ou por avanços de tecnologias (GARRISON, 1985; MAIA e MATTAR, 2008; MOORE e KEARSLEY, 2008).

Os autores Garrison, Maia e Mattar apresentam três divisões para as gerações. São elas:

- i) Primeira geração: denominada “cursos por correspondência”, é caracterizada pela produção e envio de material impresso pelo correio. Nesta fase existe uma grande independência do aluno, mas o nível de interação entre alunos e professor é baixo (GARRISON, 1985). O tempo de comunicação é bastante lento, ocorrendo de forma assíncrona², dependente basicamente do serviço de postagem dos correios.
- ii) Segunda geração: denominada “novas mídias e universidades abertas”, são acrescentadas tecnologias de comunicação como o telefone, rádio, televisão, fitas de áudio e vídeo. Em 1969, surgem as universidades abertas de ensino a distância que utilizam intensamente essas mídias de comunicação, realizam diversas experiências pedagógicas e impulsionam a EaD. Devido aos meios eletrônicos, o tempo de comunicação torna-se mais rápido possibilitando a comunicação síncrona³ entre alunos e professores. Apesar da implementação do uso do telefone, Niper (1989) observa que não houve mudanças significativas na comunicação da primeira para a segunda geração, pois seu uso inicialmente era muito restrito.

² Quando o emitente e destinatário não estão simultaneamente se comunicando em tempo real (Aretio, 2001).

³ Quando há coincidência temporal no ato comunicativo, com conexão simultânea (Aretio, 2001).

- iii) Terceira geração: nessa última geração, conhecida como “EaD *online*” ocorre a inserção do computador. As novas tecnologias digitais se integram à comunicação possibilitando o uso da multimídia, da videoconferência e das redes de computadores no aprendizado. A partir de 1995, com o rápido avanço da Internet, a EaD se apropria dos recursos disponíveis na rede mundial de computadores como *chats*⁴, fóruns de discussão, videoconferências e correio eletrônico (*e-mails*). São criados os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) ou *Learning Management System* (LMS)⁵ propiciando a EaD *online*. Esta geração é marcada pelo uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), que agrupam ferramentas computacionais e meios telecomunicativos como: rádio, televisão, vídeo e internet, facilitando a difusão das informações (CARDOSO, 2011). Esses recursos possibilitam a interação entre alunos e professores na forma síncrona com o uso, por exemplo, das salas de bate-papo e videoconferências ou assíncrona por meio de fóruns ou *e-mails*.

Há algumas diferenças entre as gerações apresentadas por outros autores como, por exemplo, Moore e Kearsley (2008) que apresentam cinco divisões, dentre as quais são adotados o uso do material impresso como uma tecnologia de primeira geração. Neste trabalho, adotamos as divisões apresentadas por Maia e Mattar (2008) devido a abordagem dada ao uso da tecnologia na terceira geração, assunto que será discutido ao tratarmos do ensino híbrido.

No início do acesso à *internet*, os *sites* disponíveis na *Web*⁶ eram estáticos e funcionavam basicamente como espaço de leitura, com a utilização de ligações entre as páginas da Web através de imagens ou textos, os *hiperlinks*. Este formato não permitia que os usuários alterassem os conteúdos. Os *sites* eram produzidos e administrados por programadores ou especialistas e a interação entre as pessoas ocorria, principalmente, pela troca de *e-mails* e nas salas de bate-papo. A

⁴ Termo em inglês para “salas de bate-papo”.

⁵ Termo em inglês para “Ambiente Virtual de Aprendizagem”.

⁶ O termo refere-se aos serviços disponíveis na Internet.

interatividade homem-máquina era muito baixa e limitada à apresentação de resultados na tela.

Coutinho e Junior (2007) comentam que, apesar dos avanços proporcionados pela *Web 1.0*⁷, a concepção de uma Internet aberta aos usuários provocou a mudança de filosofia dando origem a *Web 2.0*. Este termo foi utilizado em 2004 por O'Reilly (2005) para definir uma segunda geração de serviços, aplicativos e tecnologias que permitem um maior grau de interatividade e colaboração no uso da Internet. Na *Web 2.0* os *sites* apresentam conteúdos dinâmicos e podem ser acessados em multidispositivos (*tablets, smartphones, netbooks, notebooks*). São disponibilizados serviços para compartilhamento de conteúdo como plataformas de vídeo, música, filmes, redes sociais, ambientes virtuais de aprendizagem, entre outros. Estas plataformas permitem aos usuários exercerem o papel de consumidores e produtores disponibilizando conteúdos na rede (MATTAR, 2013). A rede ou “ciberespaço” é definida por Levy (1999) como:

[...] um novo meio de comunicação que surge da interconexão mundial dos computadores. O termo especifica não apenas a infraestrutura material da comunicação digital, mas também o universo oceânico de informações que ela abriga, assim como os seres humanos. (LEVY, 1999, p. 217)

1.2 ENSINO HÍBRIDO: UMA DEFINIÇÃO

As ferramentas utilizadas na EaD para acompanhamento e interação dos alunos, como o uso do AVA e das ferramentas da *Web 2.0*, motivaram a discussão sobre as possibilidades de adotar esses recursos, normalmente destinados a EaD, no ensino presencial (TORI, 2002; MORAN, 2002; TAIT; MILLS, 1999). A motivação foi facilitar as tarefas escolares para casa, que normalmente estão presentes no ensino formal, como observado por Romiszowski⁸ (2002 apud Tori, 2009, p. 121) “[...] tipicamente, espera-se que um aluno de ensino médio realize duas ou três horas de estudo extra por dia, seja de trabalho individual ou em grupo.”

⁷ Termo utilizado para designar a primeira geração da Web.

⁸ ROMISZOWSKI, A. J. Editorial. Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância, v. 1, n. 2, 2002.

Existem várias definições na literatura para o ensino híbrido, mas basicamente esta modalidade implica em conectar o ensino presencial com o ensino *online*, envolvendo práticas pedagógicas não tradicionais com o uso das ferramentas e dos recursos tecnológicos da EaD, prevalecendo a carga horária presencial para o aprendizado.

Os autores Christensen, Horn e Staker (2013) definem a modalidade de ensino híbrido como:

[...] um programa de educação formal no qual um estudante aprende pelo menos em parte por meio do ensino *online*, com algum elemento de controle do aluno sobre o tempo, local, caminho e/ou ritmo do aprendizado; pelo menos em parte em uma localidade física supervisionada, fora de sua residência; e que as modalidades ao longo do caminho de aprendizado de cada estudante em um curso ou matéria estejam conectados, oferecendo uma experiência de educação integrada.

Cleveland (2018) comenta que uma proposta, para ser considerada híbrida, deve priorizar a autonomia do aluno, as oportunidades de interação a partir do *online* e a flexibilidade do aprendizado, caso contrário constituem apenas um caso simples de uso da tecnologia para apoio das aulas. Graham (2005) define o ensino híbrido como “a combinação de aprendizagem presencial com aprendizagem virtual interativa”. Por sua vez, Garrison e Vaughan (2008) afirma que ensino híbrido “é a combinação do uso da metodologia da sala de aula tradicional com o aprendizado *online* sobre o mesmo conteúdo em um mesmo curso”.

Mattar (2013) traz reflexões, experiências e possibilidades de uso de várias ferramentas da Web 2.0 que podem ser utilizadas tanto nos momentos presenciais quanto *online*, como os *blogs*, *wikis*, plataformas de vídeos, redes sociais e AVA. A potencialidade dessas ferramentas consiste na diversificação das atividades, interação e na colaboração proporcionadas pela *Web 2.0*.

Para Moran (2017) a modalidade híbrida envolve o uso da tecnologia e de metodologias ativas no ensino, que incentivem a autonomia e a participação dos alunos. O autor afirma que este formato parece muito mais atraente para esta geração, imersa desde o nascimento na linguagem digital, dos computadores, do *videogame* e

da *internet* sendo influenciada, desde o nascimento, pela cibercultura⁹. Para este jovem, denominado nativo digital (PRENSKY, 2001), a linguagem digital é prazerosa e a escola, ainda baseada na educação bancária (FREIRE, 1987), preocupada com a transmissão do conhecimento acumulado durante séculos pela humanidade, torna-se desmotivadora e engessada.

Moran (2015) observa que o planejamento de aulas para o ensino híbrido deve integrar as práticas de aulas presenciais e *online* diferenciando da aula pautada no modelo tradicional. O objetivo, no ensino híbrido, é alcançar uma pedagogia de solução de problemas, desenvolvimento de projetos e pesquisa. Tori (2010) apresenta algumas sugestões de integração entre o presencial e o *online* enfatizando, assim como Moran (2017), formas de aprendizagem diferenciadas. Podemos citar como exemplo:

- i) Substituição de aulas expositivas por material interativo *online*;
- ii) Disponibilização de vídeos gravados com as aulas;
- iii) Criação de fóruns de discussão;
- iv) Monitoria *online*;
- v) Uso de laboratórios virtuais;
- vi) Realização de projetos colaborativos, mesmo na sala de aula presencial, com apoio de recursos tecnológicos;
- vii) Disponibilização de material *online* como apoio para os alunos.

Moran (2015) argumenta que a utilização das TICs no aprendizado traz mais independência ao aluno, tornando-o protagonista no seu processo de ensino-aprendizagem. O professor deixa de ser o detentor do conhecimento para realizar a mediação dos momentos *online* e presencial, concentrando-se em questões mais desafiadoras, na problematização e nas discussões dos assuntos em sala de aula. Esta postura exige uma mudança nas práticas pedagógicas.

⁹ Levy (1999) define cibercultura como “um conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de pensamentos e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço”.

A infinidade de combinações possíveis entre as metodologias pedagógicas, as atividades presenciais e *online* podem provocar muitas variações de carga horária, mas os melhores resultados são alcançados a partir do equilíbrio entre aulas presenciais e *online* (GARRISON; KANUKA, 2004). Hannon e Macken (2014) sugerem as seguintes combinações de aulas presenciais e *online*:

- i) Presencial com interações *online*¹⁰: neste modelo as aulas presenciais são fundamentais e tem a finalidade de direcionamento e/ou encerramento das atividades *online*. Um exemplo deste modelo é a sala de aula invertida em que os alunos realizam o estudo do conteúdo em casa, por meio de recursos *online* enquanto, na aula presencial, em sala, fazem a apresentação do conteúdo estudado ou podem, por exemplo, realizar discussões em grupo envolvendo a turma.
- ii) Blocos combinados¹¹: os conteúdos e as atividades são ministrados no formato de blocos sequenciais combinando as aulas presenciais com as aulas *online*. Neste modelo os alunos podem ter aulas presenciais, uma vez na semana, dando continuidade aos estudos, através dos recursos tecnológicos *online*, em casa. Em alguns casos este modelo pode ser entendido como semipresencial.
- iii) Totalmente *online*¹²: as atividades são realizadas *online* de maneira assíncrona, como nos fóruns, questionários, videoaulas e síncronas com a participação de toda a turma, por exemplo, em uma videoconferência. Para que este formato seja considerado híbrido é necessário que, no momento síncrono, sejam disponibilizados recursos tecnológicos permitindo, como em uma sala de aula presencial, a participação ativa entre alunos e professor. A aula *online* deve possibilitar a discussão de assuntos, leituras, comentários, tudo acompanhado, no mesmo instante, por todos os alunos.

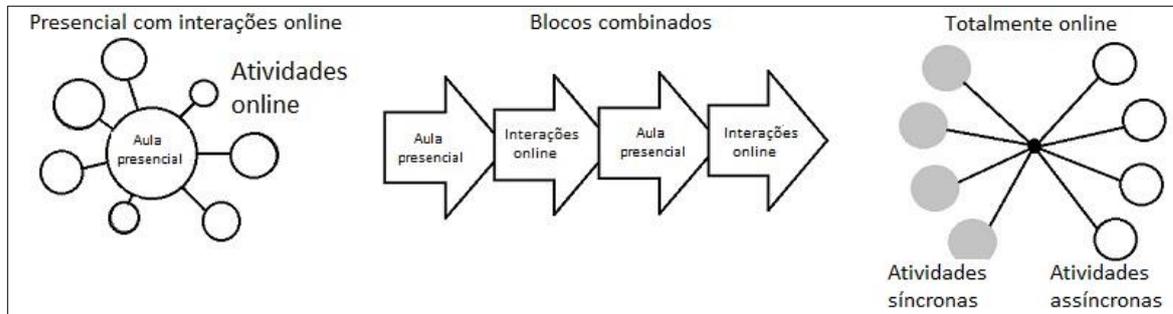
¹⁰ Tradução livre do termo em inglês "*Blended presentation and interaction*".

¹¹ Tradução livre do termo em inglês "*Blended block model*".

¹² Tradução livre do termo em inglês: "*Fully online*".

A figura 1 ilustra os modelos sugeridos por Hannon e Macken (2014).

Figura 1. Modelos para o ensino híbrido



Fonte: Adaptado de Hannon e Macken (2014).

Uma outra proposta de divisão é dada por Christensen, Horn e Staker (2013), que sugerem modelos de aplicação do ensino híbrido nos formatos sustentados e disruptivos. Os formatos sustentados mantem parte das estratégias adotadas durante o ensino tradicional mesclando momentos presenciais e *online*, dentro ou fora da sala de aula. Os formatos disruptivos oferecem a maior parte do estudo *online*, com o apoio das TICs, incluindo aulas presenciais apenas como um complemento.

No formato sustentado temos o modelo de rotação em que, dentro de um curso ou disciplina, os alunos revezam as atividades como leituras, trabalhos em grupo, discussões, com pelo menos uma atividade *online*. Nesse modelo existem os seguintes sub-modelos:

- i) Laboratório rotacional: os alunos dividem os estudos entre o espaço da sala de aula tradicional e o laboratório de informática, com atividades *online*.
- ii) Rotação por estações: os estudantes, organizados em grupos, realizam atividades diferenciadas em diversos locais, denominadas estações. Pelo menos uma estação deve ser *online*. A cada período é realizada a mudança de estação até que todos os grupos passem por todos os locais.
- iii) Sala de aula invertida: o estudo do conteúdo ocorre em casa, no formato

online, enquanto no momento presencial, na sala de aula, o aluno realiza exercícios propostos, discussões, entre outras atividades.

- iv) Rotação individual: os alunos participam das atividades em estações mas com roteiros de tarefas individualizados. Os alunos não necessariamente passam por todas as estações. Eles rotacionam conforme as atividades programadas nos roteiros.

No formato disruptivo temos três modelos. São eles:

- i) Flex: os alunos seguem um roteiro de atividades adaptada individualmente com ênfase no *online*. O professor fica disponível para esclarecimento de dúvidas.
- ii) À La Carte: o aluno participa de aulas presenciais e escolhe pelo menos uma disciplina no formato *online*. O aluno, com o apoio de um professor, organiza os seus estudos conforme os objetivos a serem atingidos.
- iii) Virtual Enriquecido: é uma proposta para escolas com cursos *online* em tempo integral. Os alunos podem participar de encontros presenciais, não obrigatórios, com o apoio de um professor.

Figura 2. Modelo sustentados e disruptivos para o ensino híbrido



Fonte: Christensen, Horn e Staker (2013).

Os modelos sustentados, apresentados pelos autores Christensen, Horn e Staker (2013), favorecem aulas realizadas, predominantemente, no formato presencial pois os momentos *online* ocorrem durante as aulas, em sala. Hannon e Macken (2014), trazem modelos que mesclam aulas presenciais, em sala e aulas realizadas fora do ambiente escolar, *online*.

Tori (2009) afirma que “é essencial um planejamento sério e um *design* instrucional bem feito, considerando sempre os objetivos educacionais, os aspectos pedagógicos e cognitivos, o perfil do aluno e a avaliação constante para atingir a proposta do ensino híbrido”. O autor defende que as atividades não presenciais, quando mediadas pela tecnologia, propiciam uma sensação “de presença” espacial e temporal. O aprendizado dessa forma passa a ser um contínuo em que a interação pode ocorrer em qualquer momento por meio do AVA e/ou troca de mensagens síncronas. O professor tem papel fundamental pois é o responsável por escolher e planejar os melhores recursos que podem ser utilizados para seus alunos, acompanhando-os durante o processo de ensino-aprendizagem.

Lapa e Pretto (2010) discutem sobre a capacitação de professores para este papel no ensino híbrido. Nesta modalidade, os professores responsáveis pela criação dos vínculos e da sensação de proximidade não possuem experiência e formação no uso pedagógico das ferramentas tecnológicas pois estão acostumados com a sala de aula presencial.

Oliveira, Moura e Sousa (2015) advertem que metodologias tradicionais, já consolidadas na área da educação, baseadas na transmissão do conhecimento, limitam as possibilidades oferecidas pelas TICs. Apesar do potencial apresentado pelo ensino híbrido, somente o uso da tecnologia não garante melhoria na aprendizagem.

1.3 ENSINO HÍBRIDO: O QUE DIZ A LEGISLAÇÃO

A possibilidade de aplicação do ensino híbrido surgiu no âmbito das universidades a partir da Portaria nº 2.253, de 18 de outubro de 2001 do MEC, com base no art. 80 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1.996, que reconhece a EaD como modalidade de ensino. A Portaria nº 2.253, de 2001 foi revogada pela Portaria nº 4.059, de 2004 que diz:

Art. 1º - As instituições de ensino superior poderão introduzir, na organização pedagógica e curricular de seus cursos superiores reconhecidos, a oferta de disciplinas integrantes do currículo que utilizem modalidade semi-presencial, com base no art. 81 da Lei n. 9.394, de 1.996, e no disposto nesta Portaria. (BRASIL, 2004)

Os dois primeiros parágrafos desta portaria permitem às instituições de ensino superior a inclusão de atividades não-presenciais até o limite de 20% da carga horária do curso. São previstas a incorporação das TICs aos métodos e práticas de aprendizagem.

§ 1º - Para fins desta Portaria, caracteriza-se a modalidade semi-presencial como quaisquer atividades didáticas, módulos ou unidades de ensino-aprendizagem centrados na auto-aprendizagem e com a mediação de recursos didáticos organizados em diferentes suportes de informação que utilizem tecnologias de comunicação remota.

§ 2º- Poderão ser ofertadas as disciplinas referidas no caput, integral ou parcialmente, desde que esta oferta não ultrapasse 20% (vinte por cento) da carga horária total do curso. (BRASIL, 2004)

A Portaria nº 4.059, de 2004 foi revogada posteriormente pela Portaria nº 1.134, de 2016 substituindo o termo “semi-presencial” por “disciplinas na modalidade a distância”, mas mantendo o máximo de 20% da carga horária total do curso e uso das TICs.

Art. 1º - As instituições de ensino superior que possuam pelo menos um curso de graduação reconhecido poderão introduzir, na organização pedagógica e curricular de seus cursos de graduação presenciais regularmente autorizados, a oferta de disciplinas na modalidade a distância. (BRASIL, 2016)

A legislação não menciona o termo “ensino híbrido”, mas diversas iniciativas tem sido observadas nas instituições de ensino superior, conforme Schiehl e Gasparini (2017).

A Reforma do Ensino Médio, proposta pela Lei nº 13.415, de 2017b, na Resolução nº 3, de 2018, que atende os dispositivos desta Lei e atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, permite atividades a distância até 20% da carga horária total, conforme os parágrafos 13 e 15 do Artigo 17:

§ 13º - As atividades realizadas pelos estudantes, consideradas parte da carga horária do ensino médio, podem ser aulas, cursos, estágios, oficinas, trabalho supervisionado, atividades de extensão, pesquisa de campo, iniciação científica, aprendizagem profissional, participação em trabalhos voluntários e demais atividades com intencionalidade pedagógica orientadas pelos docentes, assim como podem ser realizadas na forma presencial - mediada ou não por tecnologia - ou a distância, inclusive mediante regime de parceria com instituições previamente credenciadas pelo sistema de ensino.

§ 15º - As atividades realizadas a distância podem contemplar até 20% (vinte por cento) da carga horária total, podendo incidir tanto na formação geral básica quanto, preferencialmente, nos itinerários formativos do currículo, desde que haja suporte tecnológico - digital ou não - e pedagógico apropriado, necessariamente com acompanhamento/coordenação de docente da unidade escolar onde o estudante está matriculado, podendo a critério dos sistemas de ensino expandir para até 30% (trinta por cento) no ensino médio noturno.

Com a Reforma do Ensino Médio, essas atividades podem ser realizadas por meio da modalidade ensino híbrido, empregando o uso das TICs e de metodologias ativas, em aulas presenciais e *online*. O objetivo, neste formato, é a melhoria na qualidade do ensino, através do incentivo à pesquisa, a problematização, o diálogo e a reflexão.

1.4 ENSINO HÍBRIDO: O QUE VEMOS NAS ESCOLAS

No Brasil é possível encontrar escolas da educação básica que aplicam a modalidade do ensino híbrido como apoio ao processo de ensino-aprendizagem. Como exemplo podemos considerar o caso da escola municipal Desembargador Amorim Lima¹³. Localizada na região oeste do município de São Paulo, a escola desenvolve, desde 2002, um projeto baseado no modelo da Escola da Ponte de Portugal. A escola foi visitada por mim em 2019 e constatou-se a aplicação da modalidade ensino híbrido no formato de estações para estudo. Os alunos são divididos em duas turmas sendo que, enquanto uma parte da turma estuda os conceitos e exercícios do roteiro no caderno, a outra realiza, no mesmo espaço físico, atividades *online* utilizando *tablets* com acesso à Internet. Todo o material, aplicado durante as aulas, foi desenvolvido pela equipe pedagógica da escola composta por roteiros de pesquisa com divisão por temas. Os professores realizam a mediação e orientação durante as aulas. As disciplinas de matemática, inglês e oficina de texto ocorrem no formato de aulas expositivas, mas há o incentivo à pesquisa e ao trabalho em grupo. Não há uma avaliação formal, mas os professores fazem o acompanhamento das atividades realizadas pelos alunos, durante as aulas, para verificação do aprendizado do aluno, de forma contínua.

O Colégio particular Elvira Brandão¹⁴, localizado na zona Sul de São Paulo, apresenta uma proposta pedagógica baseada na pedagogia de projetos e o ensino híbrido. Os professores desenvolvem roteiros de atividades que relacionam temas atuais do cotidiano com o conteúdo estudado pelos alunos, durante as aulas. Os projetos integram, em suas atividades, recursos tecnológicos como videoaulas, simuladores e aplicativos. A modalidade ensino híbrido é aplicada nas aulas presenciais, no formato “Rotação por Estações” ou com momentos *online*, fora do ambiente escolar, por meio do modelo “Sala de Aula Invertida”.

¹³ <https://amorimlima.org.br>. Acesso em 10-12-2019.

¹⁴ <http://www.elvirabrandao.com.br>. Acesso em 30-08-2019.

A Fundação Lemann¹⁵ e Instituto Península¹⁶, em 2014, propôs um estudo exploratório sobre a aplicação do ensino híbrido. Foi criado um Grupo de Experimentações composto por 16 professores da Educação Básica de escolas públicas e privadas, envolvendo os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul (BACICH, 2016). Os professores foram convocados, através de edital, para seleção e participação na proposta de uso de tecnologias digitais em sala de aula. As atividades realizadas pelo grupo tinham como objetivo verificar se a implementação da modalidade ensino híbrido, como praticado nas escolas dos Estados Unidos, seria adequada à realidade brasileira, além de identificar estratégias para a formação de professores nesta área. A aplicação ocorreu no formato presencial, seguindo os modelos de rotação propostos por Christensen, Horn e Staker (2013). Cada professor montou um plano de aula, utilizando um modelo de rotação (sala de aula invertida, rotação por estações, laboratório rotacional) para aplicação, durante as aulas regulares, na própria escola em que o professor lecionava.

O grupo concluiu que não existe uma única forma para a implementação do ensino híbrido nas escolas brasileiras, mas é necessário uma adequação desta modalidade, dada a realidade de cada escola. Foram geradas reflexões, a partir da prática dos grupos, sistematizadas no livro “Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação” (BACICH; NETO; TREVISANI, 2015).

¹⁵ A Fundação Lemann é uma organização sem fins lucrativos, criada em 2002 pelo empresário Jorge Paulo Lemann com atuação na área educacional. Fonte: <https://fundacaolemann.org.br>. Acesso em 25/07/2019.

¹⁶ O Instituto Península é uma organização social fundada pela família do empresário Abílio Diniz em 2010 e tem como foco a melhoria da qualidade da educação brasileira. Fonte: <http://www.institutopeninsula.org.br>. Acesso em 25/07/2019.

1.5 ENSINO HÍBRIDO: O QUE DIZ A LITERATURA

Para compreender melhor o panorama do ensino híbrido no Brasil, além dessas experiências mais conhecidas, foi realizado um levantamento da literatura envolvendo os últimos 10 anos de publicações acadêmicas. Nosso objetivo foi verificar os trabalhos que utilizaram esta modalidade de ensino, na área de Ciências, aplicada aos alunos do Ensino Médio no Brasil. Os trabalhos foram consultados no Portal de Periódicos da Capes¹⁷, Banco de Catálogo de Teses de Dissertações¹⁸ e na plataforma de busca acadêmica do Google¹⁹ utilizando as palavras-chave: “ensino híbrido” e “*blended learning*”. A partir da leitura flutuante foi realizada uma pré-seleção dos artigos, dissertações e teses (BARDIN, 2002) que apresentavam aulas e desenvolvimento de materiais baseados no ensino híbrido para as disciplinas de Física, Química e Biologia. Os trabalhos pertinentes à área foram lidos e os principais resultados foram categorizados com a finalidade de dar suporte ao levantamento aqui apresentado. A intenção não foi a realização do “estado da arte”, mas apenas entender o que tem sido feito na área. O quadro 1 traz os principais resultados desse levantamento.

¹⁷ <https://www.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em 10-08-2019.

¹⁸ <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/>. Acesso em 10-08-2019.

¹⁹ <https://scholar.google.com.br/>. Acesso em 10-08-2019.

Quadro 1. Dissertações com aplicação do ensino híbrido

Título	Nível	Conteúdos	Plataforma	Abordagem Híbrida (formato)	Principais resultados	Referência Bibliográfica
O uso da Educação a Distância como complemento ao Ensino Presencial nos Cursos de Física do Ensino Médio.	3º ano	Eletrodinâmica	<i>Moodle</i>	Aulas presenciais com atividades <i>online</i> .	Houve maior comprometimento dos alunos na realização das atividades e melhora das notas de avaliação. Ocorreu o interesse do grupo de alunos para que a proposta fosse estendida para outras disciplinas.	ALMEIDA, M. S. (2015)
Explorando o ensino híbrido em Física: Uma proposta para o ensino de fenômenos ondulatórios usando ferramentas midiáticas.	1º e 2º anos	Reflexão, Refração, Difração e Interferência.	Criação de um site com material didático <i>online</i> .	Laboratório Rotacional e Rotação por Estações.	Foi identificado o protagonismo do aluno. O modelo aplicado foi considerado eficiente e dinâmico.	CAVERSAN, R. H. M. (2016)
Método multimeios de ensino de física: o ensino híbrido no primeiro ano do ensino médio.	1º ano	Cinemática	<i>Moodle</i>	Aulas presenciais com atividades <i>online</i> .	Foi verificada a interação entre alunos, mas houve baixa satisfação e confiança na metodologia. Os alunos criticaram a falta de um monitor durante as aulas <i>online</i> , o excesso de conteúdo para um prazo curto e a pouca quantidade de aulas expositivas.	MOLINA, N. F. C. (2016)
Sala de Aula Invertida no Ensino de Química: Planejamento, Aplicação e Avaliação no Ensino Médio	3º ano	Radioatividade	Criação de um AVA.	Sala de aula invertida	Foram observados a superação das dificuldades relativas ao conteúdo, argumentação crítica e raciocínio lógico. Os autores consideram que a abordagem híbrida contribuiu para a melhoria no processo de aprendizagem e desenvolveu a autonomia do aluno.	LIMA-JÚNIOR, C. G. et al. (2017)
O uso de NTICs no Ensino-Aprendizagem de química no IFRN	1º e 2º anos	Ácidos, bases, sais e óxidos.	AVA Edmodo	Sala de Aula Invertida	A aplicação auxiliou o docente durante as aulas presenciais. Os alunos preferiram o uso de materiais <i>online</i> mostrando maturidade no uso das ferramentas tecnológicas.	PEREIRA, R. P. M. (2017)
Ensino Híbrido: Relato de Experiência sobre o uso de AVEA em uma proposta de Sala de Aula Invertida para o Ensino Médio.	4º ano	Fungos	<i>Moodle</i>	Sala de Aula Invertida	Ocorreu melhoria na qualidade de estudo dos alunos e maior discussão dos assuntos em sala. O autor identificou a necessidade de reflexão sobre as ferramentas tecnológicas a serem utilizadas, dependendo do perfil da turma e melhor planejamento quanto ao tempo de duração das atividades.	SANTOS, A. C. et al. (2017)

A videoaula no ensino médio como recurso didático pedagógico no contexto da sala de aula invertida.	1º, 2º e 3º anos	Físico-Química	Facebook	Sala de Aula Invertida	Na apresentação da proposta, constituída pelo estudo em casa, por meio de videoaulas, os alunos mostraram boa receptividade. Após a aplicação, houve uma resistência em 90% dos alunos, quanto ao estudo <i>online</i> , fora do ambiente escolar. Não foram identificadas melhorias no rendimento dos alunos. O autor concluiu que, para a aplicação de metodologias ativas e o ensino híbrido é imprescindível o engajamento e conscientização dos alunos.	DA SILVA, L. D. (2017)
Ensino Híbrido de Física utilizando o MOODLE: um estudo sobre as contribuições educacionais no Ensino Médio	2º ano	Termologia	Moodle	Sala de Aula Invertida	Houve um aumento significativo na autonomia e interação dos alunos, mas não foram identificadas alterações nas notas bimestrais.	CASAGRANDE, A. M. (2018)
Ensino híbrido no ensino de eletromagnetismo.	2º ano	Eletromagnetismo	Material impresso, simuladores e videoaula	Rotação por Estações e Sala de Aula Invertida	A aplicação modificou a rotina pedagógica proporcionando aos alunos momentos de aprendizagem efetiva e significativa.	MOURA, R. P. et al. (2018)
O <i>WhatsApp</i> e os novos modos de aprender dos Jovens na atualidade.	1º e 2º anos	Química	Whatsapp	Sala de Aula Invertida	Os alunos mostraram motivação quanto à pesquisa no momento <i>online</i> , fora do ambiente escolar, mas na sala de aula permaneceram os aspectos da abordagem tradicional, em que o aluno aguarda respostas prontas do professor.	ROCKEMBACH, G. R.; GARRÉ, B. H. (2018)
Ensino de soluções químicas em rotação por estações: Aprendizagem ativa mediada pelo uso das tecnologias digitais.	2º ano	Química	Google Classroom	Rotação por Estações	Foi identificada a participação ativa e a interação entre os alunos durante as aulas, mas a autora aponta a necessidade de um planejamento bem estruturado.	SERBIM, F. B. N. (2018)
Rotação por estações na escola pública: limites e possibilidades em uma aula de biologia.	2º ano	Zoologia	Material impresso e uso de um aplicativo	Rotação por Estações	As autoras consideraram que a atividade modificou a realidade da sala de aula e proporcionou a construção de conhecimentos, mas necessita de planejamento quanto ao tempo de duração e tipos de atividades.	STEINERT, M. E. P.; HARDOIM, E. L. (2019)

Fonte: Autor.

O levantamento mostra que as escolas da educação básica normalmente seguem os modelos de rotação, sugeridos por Christensen, Horn e Staker (2013). Os momentos *online* ocorrem durante as aulas presenciais, na escola ou com parte do estudo *online*, no modelo Sala de Aula Invertida, que são complementados pelas atividades em sala de aula.

Os trabalhos indicam que esta modalidade favorece a interação, colaboração e a autonomia do aluno. O uso do ensino híbrido auxiliou o professor durante as aulas presenciais, mas para que os objetivos sejam atingidos é necessário coerência no dimensionamento do tempo, um bom planejamento das aulas e atividades. Os autores revelam que a falta de infraestrutura de computadores, a baixa velocidade de conexão de Internet e a resistência das escolas para aplicação de novas práticas pedagógicas representam desafios na implementação do ensino híbrido no Brasil.

As publicações com as aplicações do ensino híbrido, que encontramos na nossa amostra, na área de ciências para o Ensino Médio, ocorrem desde 2015, mas os trabalhos ainda são muito escassos. Os professores utilizam, predominantemente, os modelos “Sala de aula Invertida” e “Rotação por Estações”, sugeridos por Christensen, Horn e Staker (2013). Em nosso levantamento, não foram identificadas aplicações desta modalidade no ensino de Astronomia.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho tem como objetivo contribuir com os estudos de viabilidade da modalidade de ensino híbrido para alunos do Ensino Médio. Para tanto foi desenvolvido um produto educacional com tópicos de Astronomia constituído de aulas presenciais e *online*, empregando um conjunto de recursos tecnológicos que permitam explorar esta modalidade de ensino. A possibilidade de contribuição para a pesquisa dessa área, ainda escassa no Brasil e a implementação de um material voltado ao ensino de Astronomia, no formato híbrido, que possa auxiliar os professores durante as aulas, motivaram a realização desta dissertação.

Este trabalho está dividido em cinco capítulos que contemplam a pesquisa, a metodologia empregada, o desenvolvimento do produto educacional, a aplicação e a

análise dos resultados.

No capítulo 1 foi apresentado o referencial teórico que dá suporte para a elaboração do produto educacional, um levantamento bibliográfico dos últimos 10 anos de trabalhos utilizando o ensino híbrido na educação básica, a legislação brasileira e as aplicações desta modalidade nas escolas de educação básica. No capítulo 2 apresentamos o produto educacional, o ambiente virtual de aprendizagem utilizado e descrevemos a metodologia utilizada tanto para a elaboração do material quanto para a coleta de dados e análise dos resultados. O capítulo 3 traz a análise dos dados coletados e os resultados obtidos durante as aulas, buscando identificar a contribuição e as dificuldades na aplicação do produto educacional. Por fim, o capítulo 4 trata das considerações finais, conclusões e perspectivas futuras deste trabalho.

Os materiais produzidos e reelaborados após a aplicação, estão disponíveis nos apêndices, ao final desta dissertação e compõem o produto educacional.

CAPÍTULO 2. O PRODUTO EDUCACIONAL

Neste capítulo é apresentado a concepção do produto educacional, desenvolvido para o ensino Astronomia para estudantes. O objetivo deste produto é aproximar o aluno do processo de construção da ciência, proporcionar a prática científica e disponibilizar aos professores materiais que auxiliem no ensino de Astronomia, na modalidade ensino híbrido.

Langhi (2004) afirma que este assunto possibilita uma discussão mais geral da Ciência entre o professor e o aluno, apresentada como um conhecimento construído pela humanidade, não absoluta e que passa por mudanças de paradigmas de pensamento. O autor enfatiza ainda, o papel motivador e interdisciplinar da Astronomia, pois seu estudo promove as mais diversas perguntas sobre temas envolvendo a origem do universo, a vida extraterrestre, a tecnologia aeroespacial que permitem o relacionamento com as mais diversas disciplinas escolares.

Apesar do ensino de Astronomia ser previsto no PCN+, Langhi e Nardi (2005) apontam para a dificuldade dos professores no ensino de tópicos sobre Astronomia e a necessidade de ações que possam suprir essa carência ocorrida, principalmente, na formação desses profissionais. Isso acaba limitando a abordagem da Astronomia na sala de aula sendo utilizado, pelos professores, os conteúdos disponibilizados nos livros didáticos.

Por outro lado, Nascimento, Carvalho e Silva (2016) identificam, nos livros didáticos, a deficiência na contextualização histórica, um importante elemento no entendimento dos trabalhos desenvolvidos pela Astronomia.

Além disso, há pouco enfoque na metodologia científica, onde o aprendizado ocorre por meio da investigação, experimentação, discussão e análise de resultados (PAVÃO, 2008). Conforme afirmam Pozo e Crespo (2009), o resultado da pesquisa já existe, mas “tudo o que é preciso fazer, que não é pouco, é conseguir que os alunos vivam e ajam como pequenos cientistas”.

Nesse trabalho, para contemplar os três problemas apontados, escolhemos o assunto “Leis de Kepler” e “Gravitação Universal”, normalmente abordados nos livros didáticos do Ensino Médio. O produto segue a sugestão dada nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)²⁰, pertinentes ao tema estruturador “Terra, Universo e Vida” (BRASIL, 2002).

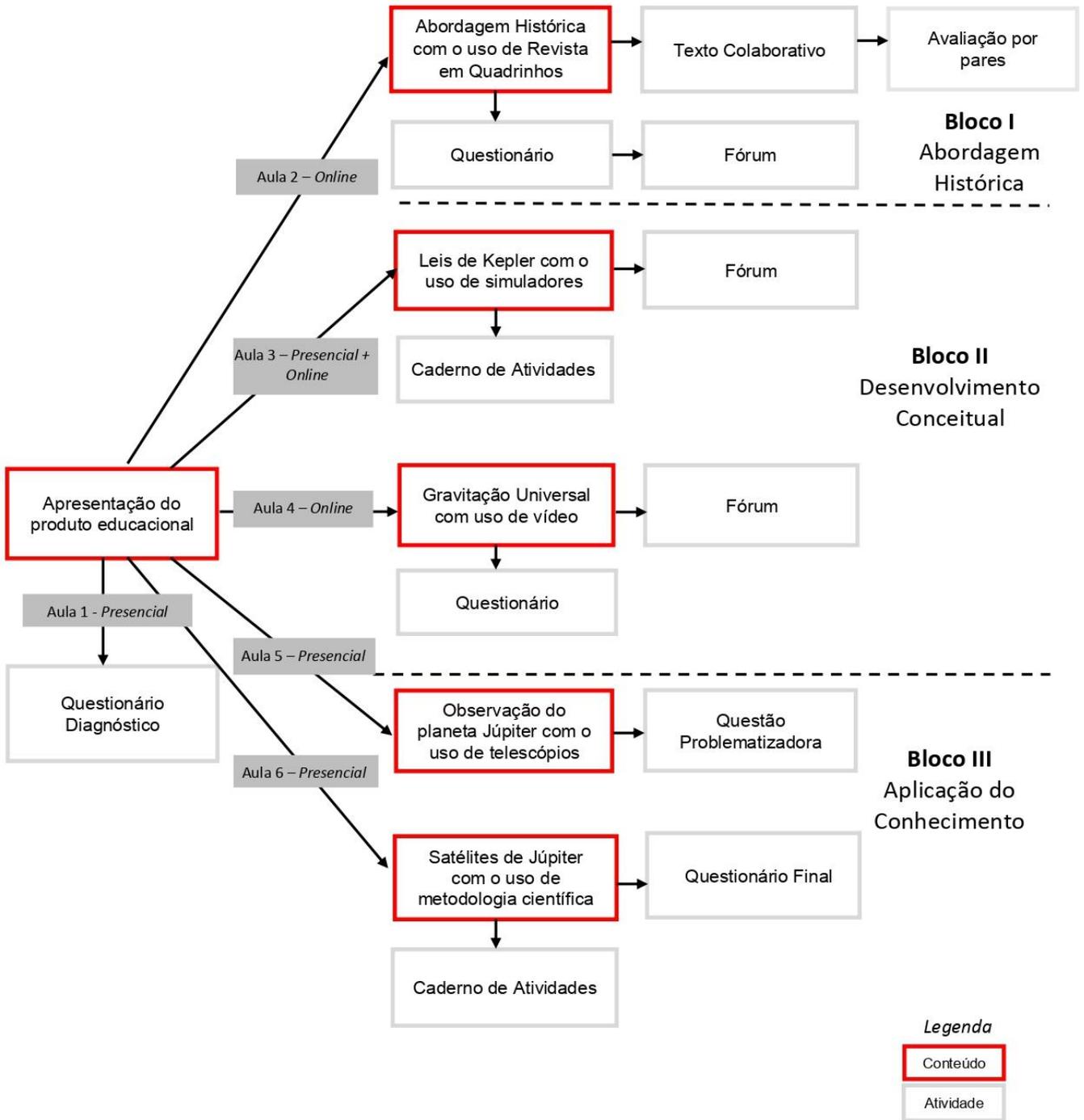
Os conteúdos desenvolvidos para este produto foram agrupados em blocos temáticos para uma melhor organização e caracterização dos objetivos propostos. A seguir são apresentados esses blocos:

- i) Bloco I – Abordagem Histórica: traz a contextualização histórica sobre a Astronomia abordada pelos gregos e os estudiosos Johannes Kepler, Galileu e Newton. O material utilizado permite reflexões e discussões de paradigmas.
- ii) Bloco II – Desenvolvimento conceitual: compreende a descrição das órbitas planetárias enunciadas por Kepler e as interações gravitacionais desenvolvidas por Newton.
- iii) Bloco III – Aplicação do conhecimento: proporciona ao aluno a articulação dos conhecimentos adquiridos para a resolução de uma situação-problema envolvendo a aplicação da metodologia científica.

Para facilitar a visualização e apresentação do produto educacional foi criada a estrutura das atividades, conforme figura 3, dividida em blocos temáticos.

²⁰ O PCN+ traz direcionamentos quanto à articulação de conteúdos e a adoção de opções metodológicas ampliando as orientações contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM).

Figura 3. Estrutura das Atividades



Fonte. Autor.

Os blocos temáticos compõem o total de 6 aulas, intercalando aulas presenciais, realizadas na escola e aulas *online*, em casa, com o uso do computador e acesso à *internet*. As aulas, referente aos blocos, estão descritas a seguir, nesse capítulo no formato de planos de aula, que detalham os objetivos e a forma de aplicação. Estes planos de aula foram inspirados nos materiais disponíveis do livro Ensino Híbrido: Personalização e tecnologia na educação (BACICH; NETO; TREVIZANI; 2015, pg. 192).

Este produto educacional inspirou-se no modelo de “Blocos combinados”, proposto por Hannon e Macken (2014), com a combinação de aulas presenciais e *online* para desenvolvimento do conteúdo. As aulas presenciais ocorreram na escola enquanto as aulas *online* foram planejadas para serem realizadas fora do ambiente escolar, com orientações e a disponibilização de materiais por meio de um Ambiente Virtual de Aprendizagem.

2.1 METODOLOGIA DE ENSINO

As aulas foram inspiradas na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MPs) (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994). Esta metodologia, aplicada à modalidade ensino híbrido, tem como objetivo potencializar as discussões e a conectividade, favorecendo o aprendizado.

O Projeto “Formação de Professores de Ciências Naturais” implementado na Guiné-Bissau em 1978 por Delizoicov, Angotti e Pernambuco sistematizou as ideias de Paulo Freire (FREIRE, 1987) no ensino de Ciências, por meio da dinâmica dos 3MPs (MUECHEN, 2010). Foram realizados desdobramentos com a implementação do projeto “Ensino de Ciências a partir de Problemas da Comunidade” (ECPC) entre 1984 e 1989 no estado do Rio Grande do Norte e o projeto “Interdisciplinaridade via Tema Gerador” nos anos de 1989 a 1992 no município de São Paulo, São Paulo. Essa metodologia trouxe a problematização e dialogicidade caracterizada em três etapas: a Problematização Inicial, a Organização do Conhecimento e a Aplicação do Conhecimento.

Na Problematização Inicial, o professor apresenta uma situação real que estimule a discussão e a curiosidade. O objetivo é motivar o aluno na busca do conhecimento, necessário para a resolução do problema. A problematização relaciona-se aos conceitos científicos que serão desenvolvidos durante o processo de ensino aprendizagem. No produto educacional aqui apresentado optamos por explorar uma abordagem histórica dos conteúdos para motivar uma problematização inicial.

Na Organização do Conhecimento, o aluno desenvolve a compreensão sobre o tema por meio do diálogo e questionamentos. O professor faz o papel de mediador na construção dos novos conhecimentos, orientando e propondo possibilidades no processo de aprendizagem. Para isso utilizamos vários recursos como vídeos, simuladores, fóruns de discussão, além das atividades em sala de aula.

Na última etapa, a Aplicação do Conhecimento, o aluno é exposto a situações que exigem a análise e a interpretação, baseadas na compreensão do conhecimento que vem sendo desenvolvido pelo aluno. Este momento envolve, além da problematização inicial, a extrapolação para outros casos. Nesta etapa, no contexto do produto educacional, exploramos também a metodologia científica.

Neste produto educacional, os 3MPs não ocorrem de maneira rigorosa à ordem dos blocos temáticos, mas são identificados durante as aulas e as ocorrências são discutidas quando pertinentes às atividades.

O uso de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), facilitou a interação e o diálogo entre os alunos e o professor, nas aulas *online*. Neste trabalho optamos por utilizar o ambiente *Edmodo*, uma plataforma gratuita na *Internet*, que possibilita a comunicação e a disponibilização de materiais entre os alunos e professores.

2.2 O AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM EDMODO

O *Edmodo*²¹ é um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) gratuito, desenvolvido para a área educacional que permite a criação de salas de aula virtuais para interação entre alunos e professores (MARICATO, 2010). O ambiente desta plataforma está baseado na *Web 2.0* com suporte para o compartilhamento de conteúdo e *design* similar ao *Facebook*²².

O AVA *Edmodo* foi escolhido devido as funcionalidades do ambiente para organização e disponibilização do conteúdo, a possibilidade de comunicação e compartilhamento de conteúdo entre os participantes do ambiente, a facilidade para avaliação das tarefas, o uso gratuito e o *design* intuitivo. Nesta aplicação o fato do AVA *Edmodo* ser semelhante ao *Facebook* mostra-se como um facilitador na manipulação e utilização dos recursos para o público alvo da pesquisa (SANTOS, 2016).

Esta plataforma disponibiliza salas de aulas virtuais e o acesso é realizado por um código, disponibilizado pelo professor ao criar a sala de aula, sendo necessária a liberação de cada aluno inscrito para realizar o primeiro acesso à sala. O aluno, neste ambiente, fica impossibilitado de criar outras salas ou grupos devido ao perfil de acesso no ambiente. Apenas professores podem criar salas de aula e grupos de estudo.

A figura 4 traz a tela inicial do ambiente com as principais ferramentas desta plataforma e a localização dos recursos que serão discutidas a seguir.

²¹ Disponível no endereço www.edmodo.com. Acesso em 04/07/2019.

²² Disponível no endereço www.facebook.com. Acesso em 04/07/2019.

Figura 4. Tela do AVA Edmodo



Fonte: Autor.

A organização e disponibilização do conteúdo é facilitada pela funcionalidade “Biblioteca”. Neste local, o professor pode criar pastas e subpastas com os materiais que serão utilizados nas aulas. As postagens realizadas pelo professor no ambiente podem ser acessadas diretamente desta área.

A comunicação pode ser realizada de forma pública, entre todos os integrantes da sala virtual através da área “Postagens”, realizada pelo professor ou pelo aluno, quando liberada para uso, caso contrário o aluno apenas visualiza as mensagens publicadas pelo professor. Esta área permite o envio de mensagens, documentos, testes, exercícios *online*, enquetes e fóruns. É possível realizar comunicação privada, entre o professor e os alunos, por meio da área “Mensagens”. O sistema permite a criação de salas restritas com postagens e mensagens visualizadas apenas pelos alunos do subgrupo, facilitando as atividades colaborativas. Este acesso é realizado na área “Pequenos grupos”.

Os alunos realizam as avaliações através da área “Tarefas”. Este acesso permite anotações e a inserção de notas nos trabalhos dos alunos, facilitando também a organização do desempenho dos alunos para o professor.

2.3 OS BLOCOS TEMÁTICOS

O produto educacional elaborado é destinado para aplicação no Ensino Médio, aos jovens na faixa etária entre 15 e 17 anos, devido ao conhecimento matemático e tecnológico necessários para o desenvolvimento das atividades.

A seguir são apresentados os blocos e uma descrição sucinta das aulas. Para cada aula existe uma subseção com *links* para os planos de aula e materiais, disponíveis no Apêndice desta dissertação.

2.3.1 BLOCO I – ABORDAGEM HISTÓRICA

O bloco Abordagem Histórica é composto por duas aulas sendo a primeira (Aula 1) no formato presencial, desenvolvida na escola, com a apresentação do produto educacional e a segunda (Aula 2), no formato *online*, realizada em casa, com uma abordagem histórica sobre os conteúdos a serem estudados.

2.3.1.1 Aula 1 – Apresentação

Na primeira aula ocorre a apresentação dos conteúdos e atividades que serão desenvolvidas durante as aulas, conforme a estrutura de atividades, exibida na figura 3. Esta aula tem como objetivo dar ao aluno uma visão ampla do trabalho e como será explorado o ensino híbrido na aplicação. Após esta apresentação, o aluno realiza, na sala de aula, as seguintes atividades:

- i) Responde o questionário diagnóstico (QD);
- ii) Realiza o cadastro no AVA *Edmodo*;
- iii) Recebe a história em quadrinhos (HQ) “Ombros de Gigantes” (material impresso).

Esta aula deve ser realizada no laboratório de informática devido à necessidade do cadastro, pelos alunos, no AVA para acesso às aulas *online*.

2.3.1.1.1 Materiais para a aula 1

Plano de Aula 1 – Apresentação (Apêndice A.1)

Apresentação dos conteúdos e atividades (Apêndice A.1.1)

Questionário Diagnóstico (Apêndice A.1.2)

2.3.1.2 Aula 2 – Ombros de Gigantes

A Abordagem Histórica, idealizada para a segunda aula, compreende a leitura da HQ “Ombros de Gigantes” recebida na primeira aula. O uso das HQs proporcionam o incentivo à leitura, à discussão dos fatos e à interação, propostas que pactuam com o ensino híbrido (SANTOS, 2001). Esta HQ foi escolhida devido as histórias que envolvem os gregos, Johannes Kepler, Galileu Galilei e Isaac Newton, nomes importantes na área da Astronomia, além do rigor científico e a linguagem jovem da revista (DE PAULA, 2013).

Nesta aula os alunos realizam, além da leitura da HQ, quatro atividades *online*, fora do ambiente escolar, por meio do AVA. São elas:

- i) Verificação da leitura da HQ por meio de um questionário *online*;
- ii) Discussão, no fórum *online*, de um tema proposto pelo professor;
- iii) Produção de um texto colaborativo *online*, em grupo, seguindo critérios pré-estabelecidos. O texto tem como objetivo proporcionar a reflexão e o aprofundamento da parte histórica;
- iv) Avaliação do texto colaborativo realizada por pares visando à interação, à colaboração e o protagonismo do aluno no seu processo avaliativo (AMARO e WELINTON, 2017).

2.3.1.2.1 Materiais para a aula 2

Plano de Aula 2 – Apresentação (Apêndice A.2)

Questionário – Ombros de Gigantes (Apêndice A.2.1)

Fórum – Ombros de Gigantes (Apêndice A.2.2)

Texto colaborativo – Ombros de Gigantes (Apêndice A.2.3)

Avaliação por pares – Ombros de Gigantes (Apêndice A.2.4)

2.3.2 BLOCO II – DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL

O bloco II é composto por duas aulas, denominadas aulas 3 e 4, com o estudo dos seguintes conceitos:

- i) As leis para as órbitas planetárias descritas por Johannes Kepler, na aula 3, realizada no formato presencial, no espaço do laboratório de informática;
- ii) A compreensão da relação entre as leis de Kepler e a Gravitação Universal de Newton, na aula 4, realizada *online*, em casa.

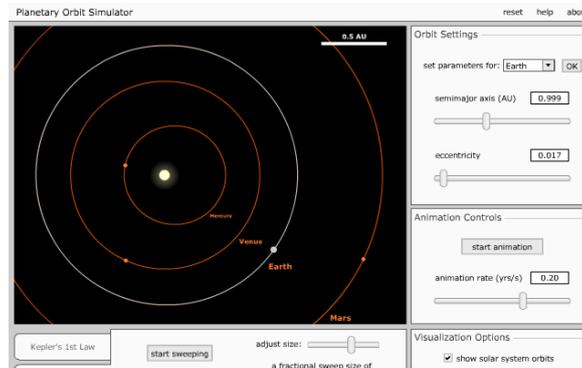
2.3.2.1 Aula 3 –Leis de Kepler

Na aula 3, as órbitas planetárias são abordadas a partir do simulador “*Planetary Orbit Simulator*”²³ (Figura 5). Este simulador foi desenvolvido pela Universidade de Nebraska e possui várias funcionalidades com o objetivo de facilitar a compreensão das Leis de Kepler. Os simuladores são ambientes de manipulação e experimentação, funcionando como um local de exploração e análise do fenômeno

²³ Disponível no endereço <https://astro.unl.edu/classaction/animations/renaissance/kepler.html>. Acesso em 01/07/2019.

real estudado (JONASSEN, 1996). Medeiros e Medeiros (2002) enfatiza o cuidado ao utilizar as simulações, pois sendo mais atrativas do que imagens estáticas, “podem servir, também para comunicar imagens distorcidas da realidade com eficiência.”

Figura 5. Tela do simulador



Fonte: <https://astro.unl.edu/classaction/animations/renaissance/kepler.html>

Para utilização do simulador foi elaborado um Caderno de Atividades (roteiro) com questões que incentivam a investigação sobre o comportamento do movimento planetário e as relações matemáticas, levando o aluno à dedução das leis enunciadas por Kepler. O Caderno de Atividades está baseado no material produzido para o simulador *Planetary Orbit Simulator*, em inglês, pela Universidade de Nebraska²⁴.

As reflexões e comentários referentes aos estudos realizados, na aula presencial, são incentivados por meio do fórum *online*.

2.3.2.1.1 Materiais para a aula 3

Plano de Aula 3 – Apresentação (Apêndice A.3)

Caderno de Atividades – Leis de Kepler (Apêndice A.3.1)

Fórum – Leis de Kepler (Apêndice A.3.2)

²⁴ Disponível no endereço https://astro.unl.edu/naap/pos/naap_pos_sg.pdf. Acesso em 02/07/2019.

2.3.2.2 Aula 4 – Gravitação Universal

Na aula 4 os alunos estudam a dedução da Terceira Lei de Kepler a partir da Lei da Gravitação Universal de Newton utilizando, como instrumento de ensino-aprendizagem, uma videoaula e um fórum de discussões. Esta atividade é realizada em casa e necessita do computador e *internet* para acesso à plataforma de vídeos *Youtube*²⁵. Para a verificação da visualização do vídeo pelo aluno é aplicado um questionário. O áudio original está em inglês sendo necessário configurar a tradução automática no vídeo.

2.3.2.2.1 Materiais para a aula 4

Plano de Aula 4 – Apresentação (Apêndice A.4)

Videoaula – Leis de Kepler e Gravitação Universal (Apêndice A.4.1)

Questionário - Leis de Kepler e Gravitação Universal (Apêndice A.4.2)

Fórum – Leis de Kepler e Gravitação Universal (Apêndice A.4.3)

2.3.3 BLOCO III – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

No último bloco temos a aplicação do conhecimento, realizada em duas aulas presenciais, na escola. A primeira aula apresenta uma situação-problema por meio da observação do planeta Júpiter e seus satélites através de um pequeno telescópio. Na segunda aula, a situação-problema é investigada, aplicando a coleta de dados e análise de dados (etapas da metodologia científica) e os conhecimentos desenvolvidos durante as aulas.

²⁵ O Youtube é uma plataforma de compartilhamento de vídeos disponível no endereço <https://www.youtube.com/>. Acesso em 02/07/2019.

2.3.3.1 Aula 5 - Atividade de Campo

A primeira aula deste bloco é uma atividade observacional de campo utilizando um telescópio para a observação de Júpiter e seus satélites durante à noite²⁶. A situação-problema será apresentada a partir desta observação com a seguinte questão: É possível, a partir da observação e dos conhecimentos adquiridos até o momento, extrair alguma informação física do planeta?

Para esta atividade, é necessário verificar com antecedência, a data e horário em que é possível observar Júpiter no céu, preferencialmente no início da noite, utilizando para consulta, por exemplo, o software *Stellarium*²⁷. O *Stellarium* é um *software* livre que mostra um mapa do céu com as posições das estrelas e corpos celestes a partir da definição de um local e data. A proposta implica em dispor de um telescópio para observação e certa prática para a localização de objetos celestes no céu, situação que pode dificultar ou mesmo inviabilizar esta atividade. Uma possibilidade é a busca por programas para observação do céu como o “Astronomia para Todos”²⁸ do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. Este programa oferece sessões públicas para observação do céu e permitem esse direcionamento.

2.3.3.1.1 Materiais para a aula 5

Plano de Aula 5 – Apresentação (Apêndice A.5)

Aula 5 – Atividade de Campo (Apêndice A.5.1)

2.3.3.2 Aula 6 – Satélites de Júpiter

A última aula é realizada na escola e os alunos precisam resolver a situação-problema, apresentada na aula anterior. Para esta atividade os alunos utilizam o

²⁶ Isso pode ser feito pelo próprio professor ou em visita à um centro de divulgação.

²⁷ Disponível no endereço <https://stellarium.org/pt/>. Acesso em 02/07/2019.

²⁸ Disponível no endereço <http://www.iag.usp.br/astronomia/paratodos>. Acesso em 02/07/2019.

software CLEA “*The Revolution of the Moons of Jupiter*”²⁹ para análise das imagens de Júpiter e os seus quatro maiores satélites galileanos (Io, Europa, Calixto e Ganimedes) fornecidas pelo software.

Os estudos, na área da Astronomia, dependem da observação do céu, realizada por meio de telescópios sofisticados e equipamentos modernos, para a coleta e análise de informações sobre os corpos celestes. Para contornar esta dificuldade foi desenvolvido o software CLEA (Laboratório Contemporâneo de Experiências em Astronomia³⁰) pela *National Science Foundation/NASA* em parceria com o departamento de física do colégio GettyBurg, localizado na Pennsylvania/Estados Unidos. O objetivo deste software é proporcionar aos alunos o contato com os estudos científicos desenvolvidos em Astronomia. (MARSCHALL, L. et al., 1993).

O CLEA é um observatório astronômico virtual que simula as observações do céu trazendo informações reais dos corpos celestes para coleta e análise dos dados. A partir de uma série de imagens e roteiro de exercícios, o aluno pode empregar técnicas modernas como a fotometria, espectroscopia astronômica, entre outros, para o estudo dos conceitos em Astronomia.

Nesta atividade os alunos coletam os dados sobre a posição dos satélites de Júpiter, fornecidas pelo software CLEA, por meio de um Caderno de Atividades denominado “Revoluções dos Satélites de Júpiter”. Este material foi adaptado do roteiro de exercícios fornecido em inglês para este software³¹. A análise dos dados com a aplicação das Leis de Kepler e da Gravitação Universal permite que os alunos, de maneira indireta, calculem a massa de Júpiter. O objetivo desta atividade é propiciar o contato do aluno com a prática científica demonstrando como o conhecimento, desenvolvido durante as aulas, pode ser aplicado em uma situação real.

²⁹ Disponível no endereço <http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/CLEAbase.html>. Acesso em 02/07/2019.

³⁰ Traduzido do original “*Contemporary Laboratory Experiences in Astronomy*”.

³¹ O documento original está disponível no endereço

http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/clea_products/manuals/Jupit_sm.pdf. Acesso em 02/07/2019.

Ao final da aula os alunos realizam uma avaliação final para fechamento e análise do produto educacional.

2.3.3.2.1 Materiais para a aula 6

Plano de Aula 6 – Apresentação (Apêndice A.6)

Aula 6 – Caderno de Atividades Satélites de Júpiter (Apêndice A.6.1)

Aula 6 – Questionário Final (A.6.2)

2.4 METODOLOGIA DE PESQUISA

A avaliação do produto educacional será feita em uma abordagem de natureza qualitativa (MOREIRA, 2011), pois essa pesquisa trata-se do estudo de um fenômeno com ocorrência no seu ambiente próprio, no qual o pesquisador tem participação ativa, observa e desenvolve hipóteses dada a subjetividade do comportamento humano e suas interações sociais.

Este trabalho configura-se em uma pesquisa-ação (MOREIRA, 2011) devido à preocupação com a melhoria da prática na área do ensino. São considerados, neste tipo de pesquisa, tanto os resultados quanto os processos e o seu emprego incentiva o questionamento sobre a própria prática, promove a autorreflexão coletiva e possibilita mudanças na educação. A pesquisa-ação segue um processo cíclico formada pelas etapas de planejamento, implementação, avaliação e reflexão da prática (TRIPP, 2005). Estas etapas contribuem para a revisão geral da ação e a reelaboração, fundamentais na construção de novas possibilidades para a aplicação.

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário diagnóstico, um questionário final e a análise documental dos registros. Os registros foram produzidos pelos alunos, por meio de anotações do professor, gravações e diário de bordo durante as aulas.

O conhecimento prévio do aluno e as concepções alternativas³² (LANGHI, 2011) foram exploradas através da aplicação de um questionário diagnóstico (QD), conforme Apêndice A: Apêndice A.1. Ao final da pesquisa os alunos realizaram um questionário final (QF) para análise do aprendizado e avaliação do produto educacional. Não foi realizado nenhum estudo específico sobre as concepções alternativas identificadas. No contexto desse trabalho elas foram utilizadas apenas como diagnóstico de conhecimento próprio. Durante toda a aplicação os alunos realizaram registros que serviram como importante fonte de dados para a análise documental.

Os dados provenientes da pesquisa foram submetidos à análise de conteúdo de Bardin (2002), com a utilização da técnica de análise categorial que “funciona por operações de desmembramento do texto em unidades, formando categorias segundo reagrupamentos analógicos” (BARDIN, 2002 pg. 53). Foram desenvolvidas as três fases indicadas por Bardin (2002): a pré-análise dos documentos, a exploração do material e o tratamento dos resultados. A pré-análise identifica os documentos que serão submetidos à análise com a geração das hipóteses e objetivos. Na exploração realizam-se os recortes nos textos com a escolha de categorias e o agrupamento conforme a classificação. No tratamento dos resultados temos as interpretações e as inferências sobre os dados, tornando-os relevantes e válidos.

Os procedimentos adotados na análise e classificação dos dados, seguindo a análise de conteúdo de Bardin, espera conferir rigor metodológico à pesquisa realizada e melhor compreensão dos resultados obtidos com a aplicação do produto educacional.

³² Concepções alternativas: Refere-se às ideias prévias elaboradas pelos alunos e que continuam sendo utilizadas posteriormente nas aulas.

CAPÍTULO 3 – APLICAÇÃO E RESULTADOS

Para aplicação do produto educacional foi escolhida a Escola Técnica Estadual Tiquatira (ETEC Tiquatira), localizada na zona leste da cidade de São Paulo. A escola possui uma boa infraestrutura com acesso à Internet, seis laboratórios técnicos, oito laboratórios de informática e doze salas de aulas, equipadas com computadores e projetores.

A escola oferece os cursos de Ensino Técnico Integrado ao Médio e Modular (tarde e noite) de Modelagem do Vestuário, Química e Comunicação Visual. A escola atende principalmente a cidade de Guarulhos e regiões da zona Leste de São Paulo como Tatuapé, Vila Matilde e Artur Alvim. A ETEC Tiquatira apresenta, em seu contorno, comunidades carentes que buscam a profissionalização e melhoria nas condições de vida. Devido ao baixo ingresso desses alunos na escola, ocorrido por meio da aprovação em uma prova, o “vestibulinho”, a ETEC realiza projetos voltados ao público externo, envolvendo o CEU Tiquatira, localizado ao lado da escola, para integração dessas comunidades ao espaço escolar.

O produto educacional foi apresentado aos alunos das turmas dos 1ºs anos do Ensino Médio integrado ao Técnico dos cursos de Modelagem do Vestuário, Química e Comunicação Visual, pelo professor pesquisador e responsável pelas aulas regulares de Física nestas turmas. Foram dadas as informações iniciais sobre a proposta explicitando que se tratava de um material desenvolvido no Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia para avaliação do uso da modalidade ensino híbrido. A participação dos alunos foi voluntária, constituída de aulas presenciais, ministradas na escola, no horário pós aula e no formato *online*, fora do ambiente escolar, com apoio do AVA *Edmodo*.

Participaram da aplicação 18 alunos, abrangendo os três cursos técnicos integrados ao Ensino Médio, compostos por:

- i) 8 alunos do curso Técnico em Química (QUIM);
- ii) 6 alunos do curso Técnico em Comunicação Visual (CV);
- iii) 4 alunos do curso Técnico em Modelagem do Vestuário (MDV).

Os alunos participantes já haviam estudado os tópicos sobre as Leis de Kepler e a Gravitação Universal em sala de aula, de forma tradicional, constituída de aulas expositivas, baseadas no livro didático. O grupo possui interesse pelo estudo da Astronomia, identificado durante as aulas regulares e participa anualmente da Olimpíada de Astronomia e Astronáutica (OBA)³³. A OBA é um evento aberto à participação voluntária de escolas públicas ou privadas para alunos do primeiro ano do fundamental ao último ano do ensino médio com o objetivo de ensinar e difundir o conhecimento astronômico.

A autorização para participação do aluno, nesta aplicação, ocorreu por meio de um termo de autorização assinado pelos pais, conforme Apêndice B.

3.1 BLOCO I – ABORDAGEM HISTÓRICA

3.1.1 Aula 1 - Apresentação

A primeira aula ocorreu no formato presencial, no laboratório de informática da escola, com a apresentação do produto educacional por meio de projeção multimídia. Foram explanados os objetivos, o uso do ensino híbrido durante as aulas, o cronograma e as atividades a serem realizadas pelos alunos.

No cronograma foram previstas seis aulas, conforme quadro 2, sendo três aulas presenciais, duas aulas totalmente *online* e uma aula presencial com atividades *online*. As aulas presenciais foram ministradas no laboratório de informática. Ocorreram algumas alterações e adaptações em relação ao planejamento inicial que serão comentadas e justificadas no decorrer deste capítulo.

³³ Disponível em <http://www.oba.org.br>. Acesso 29-08-2019.

Quadro 2. Cronograma de aplicação

Aula	Data/Período	Atividade	Espaço	Avaliação
1	17/9	Apresentação do produto educacional	Presencial	Questionário Diagnóstico (QD)
2	18/09 à 30/09	Abordagem Histórica	<i>Online</i>	Quiz + Fórum + Texto Colaborativo
3	01/10 à 07/10	Leis de Kepler	Presencial + <i>Online</i>	Caderno de Atividades + Fórum
4	08/10 à 14/10	Gravitação Universal	<i>Online</i>	Quiz + Fórum
5	08/10	Observação do planeta Júpiter	Presencial	-
6	22/10	Satélites de Júpiter	Presencial	Caderno de Atividades + Questionário Final (QF)

Fonte: Autor.

Durante a aula presencial, os alunos acompanharam atentamente a explanação do produto educacional. Surgiram dúvidas pontuais sobre horários, acesso ao AVA e formas de avaliação. Na apresentação foram realizados comentários pelos alunos, expostos nos excertos abaixo:

A12: “Que legal, vamos ler histórias em quadrinhos.”

A4: “Eu acho legal estudar em casa.”

A3: “Esse nome de grupo é tipo banda, temos que pensar em um.”

Os comentários referem-se ao formato das aulas, presenciais e *online*, com atividades em grupo e o uso da HQ. Os alunos mostraram uma boa receptividade quanto à proposta e a forma de estudo.

Após a apresentação foi realizada a formação de pequenos grupos, compostos por dois ou três alunos, com o objetivo de propiciar a realização das atividades colaborativas, ocorridas durante as aulas presenciais e *online*. A escolha

dos grupos foi realizada pelos próprios alunos visando a motivação no aprendizado (DILLENBOURG et al., 1996). Cada pequeno grupo escolheu um nome para cadastro no AVA *Edmodo* dando uma identidade à formação dos grupos. Ao final tivemos as seguintes composições:

Quadro 3. Formação dos grupos de alunos

Grupos	Quantidade de alunos por curso
A	3 alunos de QUIM
B	3 alunos de CV
C	2 alunos de QUIM e 1 aluno de MDV
D	1 aluno de QUIM, 1 aluno de CV e 1 aluno de MDV
E	2 alunos de QUIM
F	2 alunos de MDV
G	2 alunos de CV

Fonte: Autor.

O AVA *Edmodo* foi previamente configurado com os conteúdos a serem disponibilizados pelo professor durante as aulas por meio do acesso “*Biblioteca*” do ambiente. Os alunos realizaram o cadastro e acesso à sala de aula virtual a partir do código de sala. No caso das atividades individuais cada aluno teve acesso a um computador.

Durante o acesso ao AVA, no laboratório de informática, houve lentidão no acesso à Internet, devido ao uso simultâneo por outras turmas. Em razão desta situação, as atividades no computador que permitiam o uso *off-line*, ou seja, sem necessidade de acesso à Internet, foram replanejadas com a instalação local, minimizando o uso da rede.

A última atividade, nesta aula, foi a realização do Questionário Diagnóstico (QD) pelos alunos, individualmente, conforme Apêndice A: Apêndice A.1.2, disponibilizado no AVA. O objetivo com a aplicação deste instrumento foi realizar o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, gerar dados para comparação do aprendizado em um Questionário Final (QF) e auxiliar o professor na mediação das aulas presenciais e *online*. O QD foi composto por sete questões abertas pois

permitem maior liberdade do aluno nas respostas e proporcionam comentários que podem ser significativos na análise das questões, porém este formato traz pontos negativos como a apresentação, pelos alunos, de respostas vagas ou não pertinentes ao assunto. No QD foi atribuída apenas uma nota de participação para os alunos devido ao caráter diagnóstico do questionário.

A seguir temos os resultados e a análise das questões.

Questão 1 - Qual a importância da Astronomia no passado e atualmente?

Como ocorre o desenvolvimento dessa ciência?

Esta questão explora a concepção dos alunos quanto à importância e o desenvolvimento da Astronomia. As respostas seguiram as categorias “Explicativa”, que trazem o estudo dos corpos celestes e os fenômenos naturais, a categoria “Humanista-reflexiva” para a preocupação com os questionamentos sobre as questões humanas e a categoria “Utilitária” para as aplicações da Astronomia em tecnologia e cotidiano.

Tabela 1. Dimensões quanto a importância da Astronomia

	Exemplos de Respostas	Qtde	%
Utilitária	“[...] importante para desenvolver as estações do ano de acordo com o movimento dos astros, o calendário [...]”	7	39
Explicativa	“[...] estudar o universo sideral e os corpos celestes explicando sua origem e seu movimento [...]”	6	33
Humanista-reflexiva	“[...] sabermos sobre nós próprios [...]”	5	28

Fonte: Autor.

O grupo relacionou, principalmente, a Astronomia com o desenvolvimento das aplicações em tecnologias. São observadas a presença de questões filosóficas como “Quem somos, onde estamos e de onde viemos”.

Sobre o desenvolvimento da Astronomia, os alunos citaram a observação de corpos celestes, classificada na categoria “Observações” e o uso de cálculos e ferramentas matemáticas, na categoria “Observações e matematização”. A tabela 2 apresenta a categorização das respostas.

Tabela 2. Desenvolvimento da Astronomia

	Quantidade	%
Observações	4	22
Observações/Matemática	2	11
Não responderam	12	67

Fonte: Autor.

As respostas indicam um desconhecimento sobre o processo de obtenção das informações no estudo da Astronomia, representada por 67% dos alunos, bem como pouca relação entre estes estudos e a aplicação da matemática.

Abaixo temos alguns excertos das respostas dos alunos quanto à importância da Astronomia e o desenvolvimento classificadas, respectivamente, nas categorias “Explicar a natureza”. “Aplicações” e “Observações e matematização”:

A14: “A Astronomia é importante em todas as épocas, pois com ela temos como mapear e estudar o universo[...].”

A18: “Durante os tempos antigos a astronomia foi muito usada para marcar tempo, estações do ano, saber localizações, entre outros. Atualmente é muito importante pois além dos satélites e viagens espaciais feitas atualmente, esses estudos trazem muitos avanços aqui na Terra.”

A11: “O desenvolvimento ocorre pelo fator da visão, a observação e os cálculos.”

Questão 2 - Você conhece algum modelo para a descrição das órbitas dos planetas? Se sim explique esses modelos.

A questão busca identificar os conhecimentos dos alunos quanto aos modelos de representação para o Sistema Solar. Espera-se a citação dos modelos geocêntrico, em que a Terra está no centro do Sistema Solar e o heliocêntrico em que o Sol ocupa o centro de massa das órbitas dos planetas, normalmente estudados no Ensino Fundamental e Médio.

Tabela 3. Modelos para o Sistema Solar

	Quantidade	%
Heliocêntrico/Geocêntrico	14	78
Outros	1	5
Não respondeu	3	17

Fonte: Autor.

Ocorre a maior incidência de respostas envolvendo os modelos geocêntrico e heliocêntrico. Os excertos abaixo revelam que as explicações, para estes modelos, são bastante simplificadas. No modelo geocêntrico, os alunos citam a Terra ocupando a posição central enquanto, no modelo heliocêntrico, o Sol. Não ocorrem citações para a localização do Sol fora de um ponto central, como apresentado por Johannes Kepler.

A9: “Geocentrismo que consiste em a Terra estar no meio e o sol orbitando ao redor. Heliocentrismo que consiste em o Sol estar no centro e os planetas ao redor.”

A14: “Sim, Geocentrismo: Terra no centro do universo, heliocentrismo: Sol no centro do sistema solar.”

Questão 3 - Você já observou o céu? O que costuma observar?

A questão investiga o interesse dos alunos na observação do céu. A finalidade é identificar se os alunos relacionam os estudos teóricos sobre os corpos celestes, realizados na escola, com os objetos celestes observados no céu e se existem outros elementos não astronômicos que possam ser citados na pesquisa.

As categorias foram elencadas em “Astronômicos”, para citações envolvendo os objetos celestes como o Sol, a Lua e as estrelas; “Astronômicos e atmosféricos”,

para as citações de corpos celestes e objetos pertencentes à atmosfera terrestre e “Astronômicos e Tecnológicos” para as citações de corpos celestes e observação dos equipamentos construídos pelo homem como, por exemplo, os satélites artificiais.

Tabela 4. Observação do céu

	Respostas	Frequência	%
Somente Astronômicos	Estrelas, Lua, Constelações, Planetas	15	83
Atmosféricos	Nuvens	2	11
Astronômicos e Tecnológicos	Satélites	1	6

Fonte: Autor.

Predominam a observação de elementos astronômicos como as estrelas, a Lua com a citação, inclusive, do reconhecimento de planetas. Os alunos, como identificados durante a escolha, tem interesse pela área da Astronomia e realizam a observação de diversos corpos celestes no céu. A seguir temos alguns excertos:

A1: “[...]eu sempre buscava enxergar Vênus, tentar identificar as constelações e observar as fases lunares.”

A6: “[...]as vezes estrelas e até reconhecer algumas constelações.”

Questão 4 - Você já usou um telescópio para observação? Como foi a sua experiência?

Esta questão explora a experiência do aluno com a utilização de instrumentos para a observação do céu. O objetivo é analisar e comparar as respostas com a atividade de observação dos satélites do planeta Júpiter que será realizada nesta aplicação.

Tabela 5. Uso de telescópios

	Quantidade	%
Nunca utilizou	14	78
Utilizou	4	22

Fonte: Autor.

As respostas demonstram que a prática observacional, com o uso de instrumentos, é pouco difundida. Para os alunos que já tiveram essa experiência, como apresentada nos excertos abaixo, ela foi bem marcante:

A16: “[...]foi incrível eu tinha uns 10 anos e até hoje eu lembro.”

A11: “Sim, eu era bem pequena mais pelo que me lembro eu achava que ia ver os planetas mas não dava por que era de muita pouca qualidade mas conseguia ver as estrelas e me divertia com elas.”

Questão 5 - Como podemos usar o que observamos no céu para saber informações sobre os objetos?

Esta questão tem como objetivo verificar se os alunos conhecem a forma de produção da ciência, tratada neste produto educacional, por meio da metodologia científica. Verifica-se, atualmente, que o acesso à informação na área da astronomia é relativamente fácil, principalmente por meio da Internet, mas há pouca divulgação sobre como é o processo de obtenção dessas informações ou mesmo a fonte.

Espera-se que, nessa questão, os alunos relatem os meios ou métodos para obtenção de informações envolvendo conceitos já estudados pelo grupo como a aceleração gravitacional de um planeta utilizando as relações da Lei Gravitacional de Newton ou o período de translação de um satélite em torno da Terra por meio das Leis de Kepler.

Tabela 6. Informações sobre os corpos celestes

	Respostas	Quantidade	%
Informações	Tamanho, forma, distância, luminosidade, clima, tempo, estações do ano	16	88
Teorias	Gravitação, órbitas dos planetas	1	6
Não sabem		1	6

Fonte: Autor.

Os alunos citaram as informações disponíveis sobre os corpos celestes ou a validação de teorias através da observação do céu, mas não ocorreram relatos sobre como essas informações foram obtidas pelos astrônomos. Abaixo são apresentados alguns excertos:

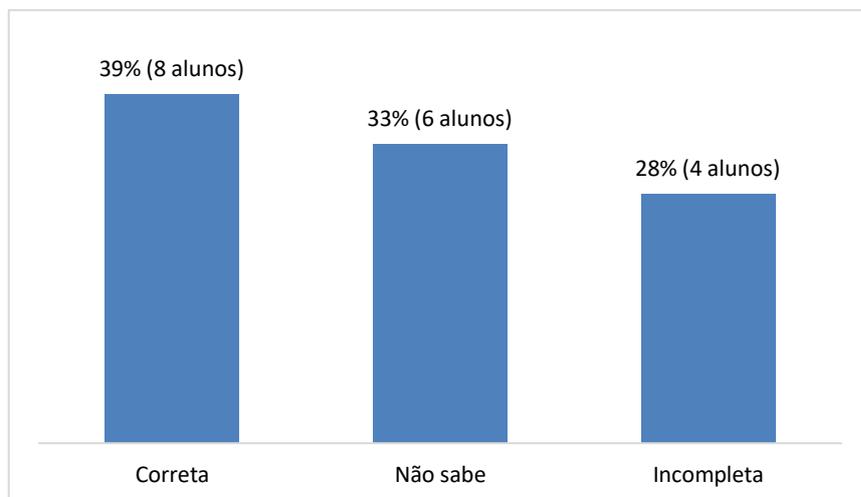
A12: “Com a observação do céu podemos calcular a distância entre estrelas e planetas.”

A1: “Com a observação do céu podemos entender, por exemplo, a gravitação, a ação de outros corpos celestes sobre o próprio planeta terra.”

Questão 6 - Descreva as três Leis de Kepler para o movimento planetário.

Esta questão investiga o conhecimento sobre as Leis de Kepler, já estudada pelos alunos, em sala de aula, através da metodologia tradicional. O objetivo é comparar o aprendizado atual do aluno com o aprendizado adquirido após a aplicação do produto educacional, baseado na modalidade ensino híbrido. As respostas foram categorizadas em “Correta”, quando o aluno traz a descrição correta das três Leis de Kepler, “Incompleta”, quando é descrito parte destas leis e “Não sabe”, quando não houve tentativa de resposta.

Gráfico 1. Descrição das Leis de Kepler



Fonte: Autor.

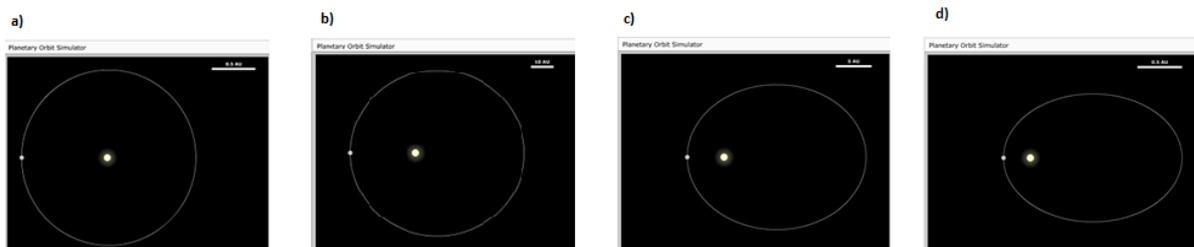
Apesar do estudo deste assunto, somente 39% dos alunos conseguiram descrever satisfatoriamente estes conceitos. A seguir temos um excerto típico de uma resposta considerada correta para esta questão:

A18: “As leis de Kepler dizem que os planetas têm sua trajetória em forma de elipse ao redor do Sol, a área de uma linha traçada entre o Sol e um planeta que o orbita percorre uma certa área em um certo tempo e o período de um planeta ao quadrado dividida por sua distância média em relação ao Sol ao cubo, será uma constante igual para todos os planetas.”

Questão 7- (IV OBA – 2001 – Adaptada) Assinale a alternativa que melhor representa a órbita da Terra em torno do Sol (obs: a imagem não tem o efeito de perspectiva, ou seja, a órbita é vista “de cima”).

A questão 7 estende o conceito abordado na questão anterior sobre as órbitas elípticas. O objetivo é investigar a concepção do aluno sobre a representação do formato da órbita da Terra em torno do Sol. A questão foi adaptada da IV Olimpíada de Astronomia e Astronáutica (OBA) para alunos de 5ª a 8ª série, realizada em 2001. A resposta correta, apresentada na figura abaixo é a alternativa “a”, que descreve a órbita da Terra muito próxima de um círculo.

Figura 6. Representação do formato da órbita da Terra

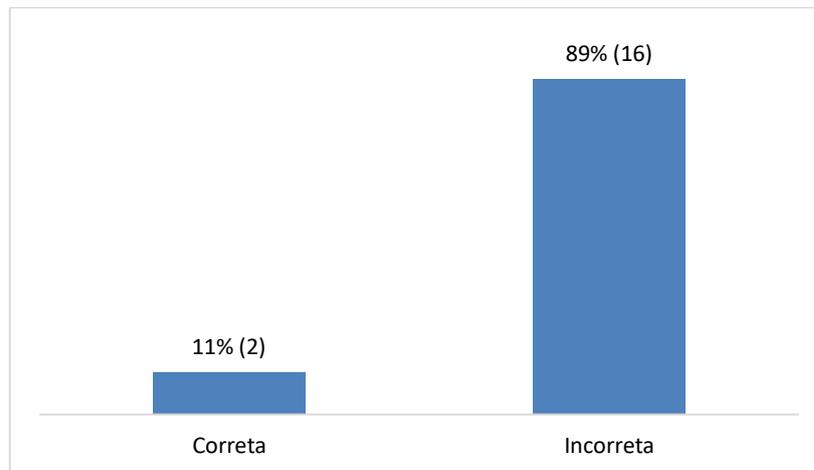


Fonte: Imagens do *Planetary Orbit Simulator*³⁴

Segue abaixo os resultados obtidos.

³⁴ Disponível no endereço <https://astro.unl.edu/classaction/animations/renaissance/kepler.html>. Acesso em 30-0-2019.

Gráfico 2. Respostas para a representação do formato da órbita da Terra



Fonte: Autor.

Verifica-se que, apesar dos alunos descreverem corretamente as Leis de Kepler, na questão anterior, o conceito não foi totalmente compreendido. Os dados corroboram com a pesquisa realizada por Canalle (2003) identificados na aplicação da IV OBA. O autor comenta que este fato ocorre, principalmente, devido à figura comumente apresentada nos livros didáticos ao abordarem as Leis de Kepler. As imagens trazem um “achatamento” excessivo na representação do formato da órbita da Terra em torno do Sol.

3.1.2 Aula 2 – Contexto Histórico

A segunda aula ocorreu no formato *online* utilizando, como texto base, a HQ “Ombros de Gigantes”. No AVA *Edmodo* foram disponibilizadas quatro atividades, com prazo de duas semanas para realização, compostas por:

- i) um questionário para verificação da leitura;
- ii) um fórum de discussões;
- iii) a produção de um texto colaborativo;
- iv) a avaliação dos textos por pares.

Leitura da HQ

Cada grupo recebeu um exemplar da HQ para a leitura em casa, durante a semana. Neste período, o professor pesquisador manteve contato com os alunos, por meio do AVA, com o envio de mensagens para verificação sobre o andamento da leitura da HQ e compreensão das histórias. Foram obtidas respostas através de mensagens no AVA e outros meios eletrônicos, como o smartphone, mostrando o interesse dos alunos na proposta da HQ.

A seguir são exibidos alguns excertos:

A7: *“Achei muito interessante como desde o início do livro ele mostra de uma forma bem prática as observações e como cada observador chegou a uma conclusão.”*

A12: *“Eu acabei de ler agora e esse quadrinho é muito bom[...] ele é inspirador. Vou acompanhar tudo [...]estou amando algumas coisas novas que tô descobrindo.”*

A17: *“Esta HQ é muito interessante para estudo[...]ela mostra o desenrolar dos estudos em relação a astronomia de uma forma que não é maçante para o leitor.”*

A18: *“É bom ver como os assuntos são abordados de uma maneira jovem e divertida para todos conseguirem ter uma fácil obtenção do conteúdo que muitas vezes pode ser cansativo e desgastante.”*

Os comentários demonstram o potencial didático das HQs. Santos (2001) afirma que o uso dos quadrinhos propicia o estímulo e o prazer à leitura. Durante a aula *online*, o AVA foi uma ferramenta importante para o diálogo entre o professor e os alunos.

Questionário – Bloco I

Os alunos que finalizavam a leitura da HQ eram orientados, por meio de mensagens no AVA, a realizarem o questionário para a verificação de leitura, composto por 10 questões objetivas. As questões foram disponibilizadas no acesso restrito ao aluno. Para minimizar a cópia da lista de questões *online* pelos alunos, o

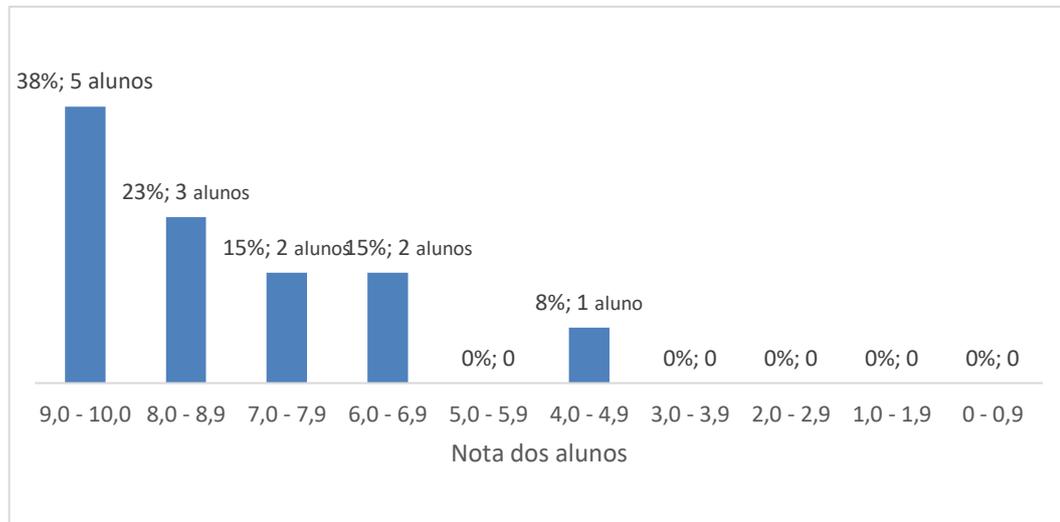
questionário foi configurado no AVA para a “ordenação randômica” em que as questões são apresentadas em ordem aleatória para cada aluno. Abaixo segue uma tabela com a participação de alunos e notas obtidas no questionário.

Tabela 7. Participação no questionário Contexto Histórico

	Quantidade	%
Participaram	12	67
Não participaram	6	33

Fonte: Autor.

Gráfico 3. Nota dos alunos no questionário da aula Contexto Histórico



Fonte: Autor.

Nesta atividade, realizada no ambiente *online*, houve a participação de 12 alunos, correspondente a 67% do grupo. O grupo apresentou um bom rendimento nesta avaliação sendo que 92% dos alunos participantes tiveram notas acima da média.

Fórum – Bloco I

O fórum sobre a HQ foi publicado no AVA *Edmodo*, com acesso público e teve como objetivo estimular a discussão entre os alunos sobre o desenvolvimento da ciência. O fórum trouxe a seguinte questão problematizadora: “Os estudiosos da

história em quadrinhos trazem os estudos e conhecimentos adquiridos ao longo do tempo, em ordem cronológica, mostrando como as ideias evoluíram. Podemos afirmar que a ciência, desde a Antiguidade até os tempos atuais, foi construída de maneira linear e assertiva ou com erros e acertos? Resgate do texto os momentos de discussões comentando a importância de uma determinada ideia ou teoria e como podemos trazer argumentos para defendê-la.”

As participações no fórum foram compiladas na tabela 8.

Tabela 8. Participação no fórum da aula Contexto Histórico

	Quantidade	%
Participaram	6	33
Não participaram	12	67

Fonte: Autor.

A participação no fórum foi considerada baixa quando comparada com o questionário da mesma aula. Todos os alunos participantes do questionário também apresentaram contribuições no fórum, ou seja, o mesmo grupo atuou nas atividades.

As respostas dos alunos, participantes no fórum, mostraram que todos concordaram sobre o desenvolvimento não linear da ciência, com destaque para os elementos sobre a quebra de paradigma. Esses elementos foram categorizados em “Empírico”, quando a observação dos fenômenos naturais foram relevantes na mudança ou complementação das ideias; “Tecnologia”, para a importância da observação com o uso de instrumentos e “Influência Social”, para a relação do contexto social às ideias desenvolvidas na ciência.

Tabela 9. Comentários do fórum da aula Contexto Histórico

Categorias	Citações	%
Empírico	2	33
Tecnologia	3	50
Influência social	1	17

Fonte: Autor.

É importante destacar que, nas mensagens publicadas no fórum, não foram identificadas interações entre os alunos, ocorrendo somente a troca de mensagens entre o professor e os alunos.

A seguir são apresentados excertos referente à cada categoria:

A17: “[...]podemos perceber que ocorreram muitos erros e acertos na história, um exemplo é que no começo do livro vemos Aristarco se encontrando com Arquimedes e com Eratóstenes na Grécia e mostrando que o modelo do universo segundo Eudócio está errado.”

A6 “[...]com os instrumentos claro que chegamos a muitas novas teorias e novos resultados.”

A5 “[...]outra coisa que me chamou atenção é como a estrutura social de cada época tem uma influência direta no desenvolvimento das ciências.”

Síntese das ideias

Nesta atividade os alunos elaboraram um texto colaborativo sobre um capítulo da HQ. Os capítulos foram escolhidos pelos alunos, por meio de uma mensagem pública no AVA. Para os grupos que não responderam a mensagem no AVA, foi necessário solicitar pessoalmente, na escola, um capítulo para escrita do texto. A partir do capítulo enviado pelos alunos, o professor pesquisador, compartilhou na área “Pequeno Grupo” do AVA, o *link* para um documento elaborado na ferramenta *Google documentos*³⁵. Este documento trouxe os critérios para produção do texto com acesso exclusivo aos integrantes do grupo e escrita na forma colaborativa.

Apesar das orientações, dadas no ambiente *online*, para a produção do texto colaborativo os alunos tiveram dificuldades na compreensão da atividade. Essa constatação ocorreu durante a aula sobre as Leis de Kepler, realizada,

³⁵ Disponível no endereço <https://docs.google.com>. Acesso em 02-11-2019.

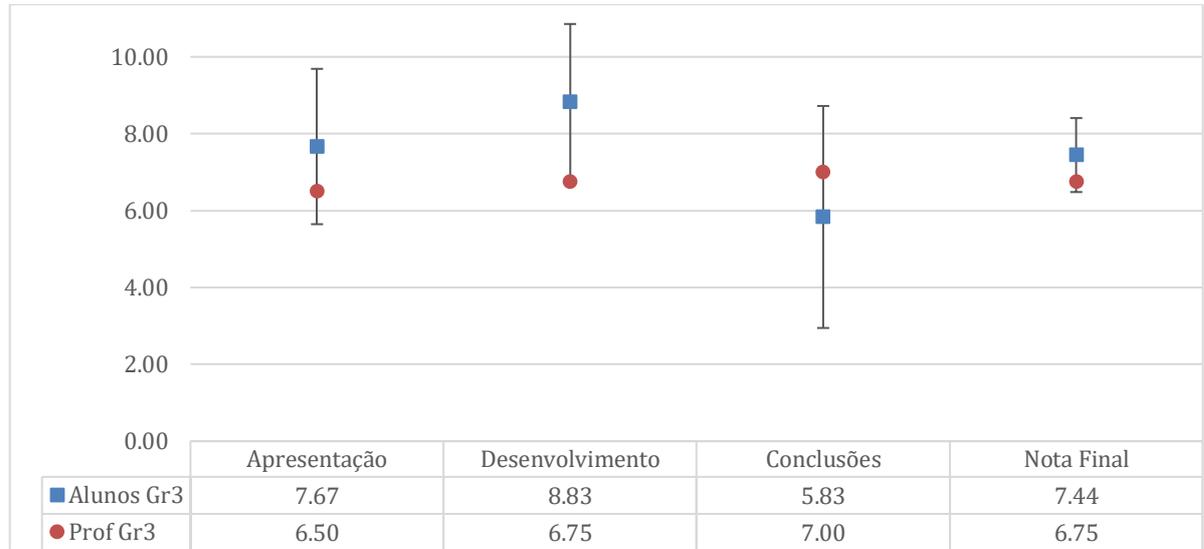
presencialmente, no laboratório de informática. Os alunos foram questionados sobre o andamento da atividade online antes do início da aula presencial e então relataram que não haviam compreendido como construir o texto colaborativo. Foram realizadas as orientações em sala, durante a aula 3, presencial, sobre o acesso, escrita e entrega do documento. Após essa intervenção, os alunos procederam satisfatoriamente com a realização do texto colaborativo *online* em casa e posterior entrega pelo AVA.

Avaliação por pares

Após a entrega³⁶ dos textos, realizada eletronicamente por meio do AVA, houve a retirada dos nomes e o reenvio novamente aos alunos, com a publicação do documento na área “Pequenos Grupos”. Cada grupo recebeu três sínteses anônimas com a finalidade de atribuírem uma nota, no próprio documento, considerando os critérios de apresentação, desenvolvimento e conclusão do texto, conforme Apêndice A:Apêndice A.2.3. A média das notas, atribuídas pelos alunos, foram comparadas com as notas dadas pelo professor. Para cada texto foi elaborado um gráfico considerando a nota do professor, a média e o desvio padrão da nota dada pelos alunos. O desvio padrão indica quanto as notas variam em relação à média, representado pelas barras verticais exibidas no gráfico.

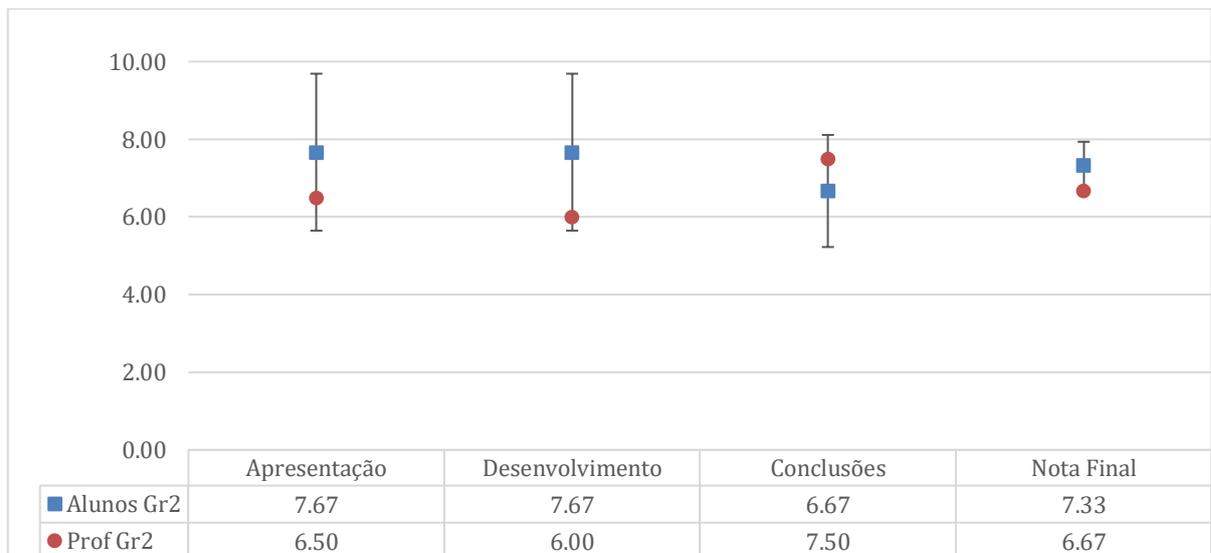
³⁶ Nesta atividade 5 grupos entregaram a síntese mas 4 grupos foram avaliados devido ao prazo de entrega.

Gráfico 4. Notas do Grupo A



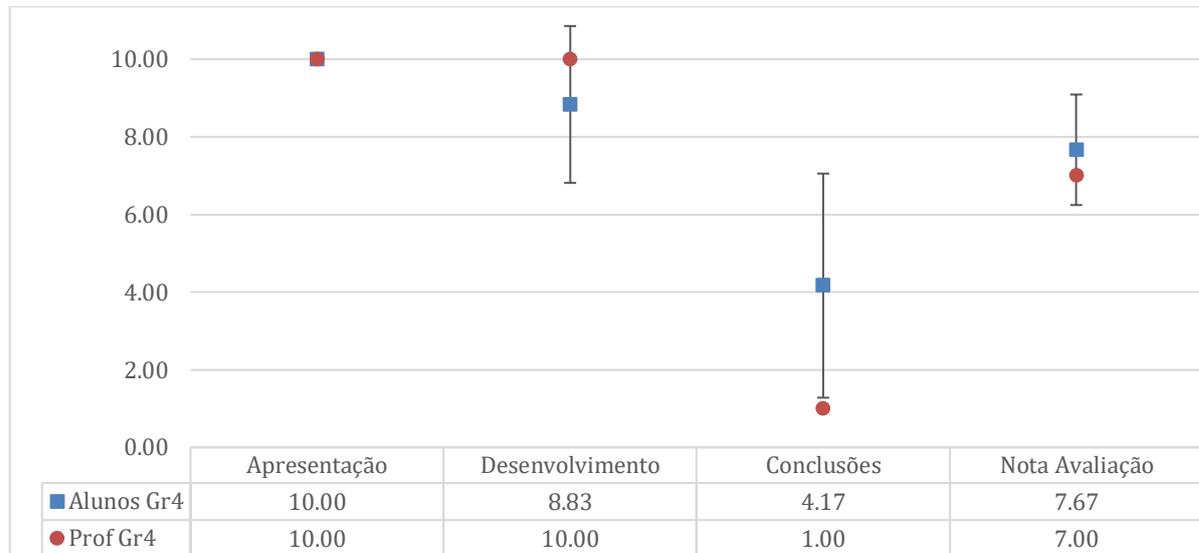
Fonte: Autor.

Gráfico 5. Notas do Grupo B



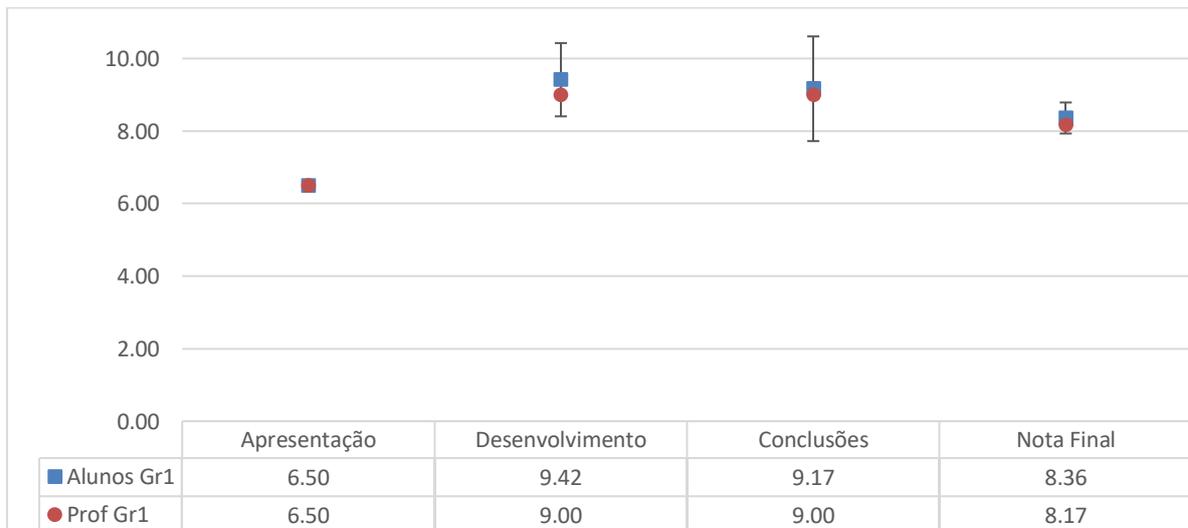
Fonte: Autor.

Gráfico 6. Notas do Grupo C



Fonte: Autor.

Gráfico 7. Notas do Grupo F



Fonte: Autor.

Podemos afirmar que, considerando as medidas de dispersão, as notas atribuídas pelos alunos condizem com a nota do professor para o texto. Os resultados obtidos com a aplicação da avaliação por pares concordam com os estudos de Salehi e Daryabar (2014). Os autores encontraram semelhanças entre as notas atribuídas pelos pares e as notas do professor. A avaliação por pares, neste grupo de alunos, mostrou-se eficiente como critério avaliativo.

3.2 BLOCO II – Desenvolvimento Conceitual

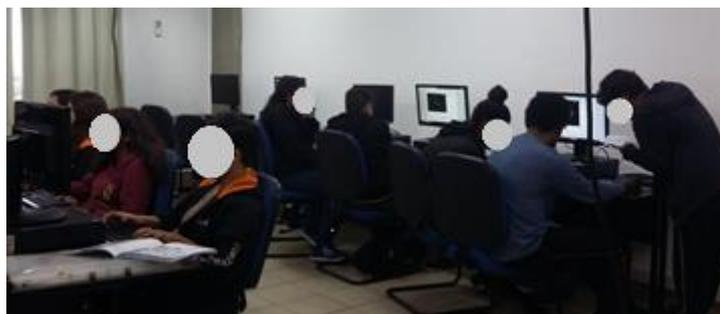
3.2.1 Aula 3 – Leis de Kepler

A aula 3 foi realizada no formato presencial, no laboratório de informática, com a presença dos 18 alunos participantes da aplicação. Cada grupo de alunos, utilizando um computador e o Caderno de Atividades Leis de Kepler, conforme Apêndice A:Apêndice A3.1, desenvolveu os conceitos sobre as Leis de Kepler, utilizando o simulador computacional interativo, *Planetary Orbit Simulator*. Esta aula presencial teve um fórum de discussões *online*, disponibilizado no AVA *Edmodo*, no período de uma semana, para realização de comentários e discussões. Nesta atividade destacamos que o simulador foi instalado em cada computador, operado no modo *off-line*, devido à baixa qualidade de conexão à Internet.

Simulador – Leis de Kepler

Os alunos foram organizados em grupo, na sala de informática e receberam um Caderno de Atividades. O Caderno de Atividades, disponível no formato impresso e eletrônico, no AVA, continha dezesseis questões com as orientações para que os alunos fossem realizando as simulações no computador e respondessem, no próprio Caderno de Atividades, as questões. Dessa maneira, os alunos deveriam deduzir as três Leis de Kepler, observando o comportamento das órbitas dos planetas, visualizadas no simulador. Na figura 7 temos os alunos, durante a atividade, no laboratório de informática.

Figura 7. Atividade sobre as Leis de Kepler



Fonte: Autor.

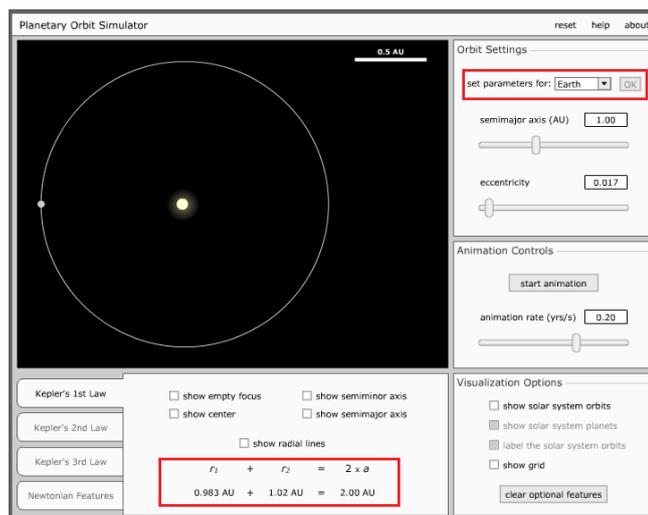
O desenvolvimento da atividade ocorreu no formato de um estudo dirigido em que o professor, respeitando a autonomia do aluno, orientou e esclareceu as dúvidas dos alunos durante a aula. A interação entre os alunos, dentro do grupo e o professor foi constante, mas a busca por respostas imediatas com o professor, sem a reflexão da questão proposta, demonstrou o caráter passivo dos alunos, acostumados com o formato das aulas tradicionais.

Conforme os grupos finalizavam a atividade, o professor revisava o Caderno de Atividades com o grupo e esclarecia as dúvidas sobre os erros nas questões. Nessa revisão, três questões apresentaram maior incidência de erros e são comentadas abaixo.

Questão 8 - Existe uma variação muito grande entre a maior distância e menor distância para o sistema Terra-Sol?

Nesta questão o aluno seleciona, no simulador, o planeta Terra e analisa o formato da trajetória e os valores para a distância do sistema Terra-Sol, representados pelos valores r_1 e r_2 , na figura 8. Esses valores estão em Unidades Astronômicas (AU)³⁷. O valor de 1 Unidade Astronômica equivale à distância de 149.597.870.700 metros, definida pela União Astronômica Internacional.

Figura 8. Distância do sistema Terra-Sol

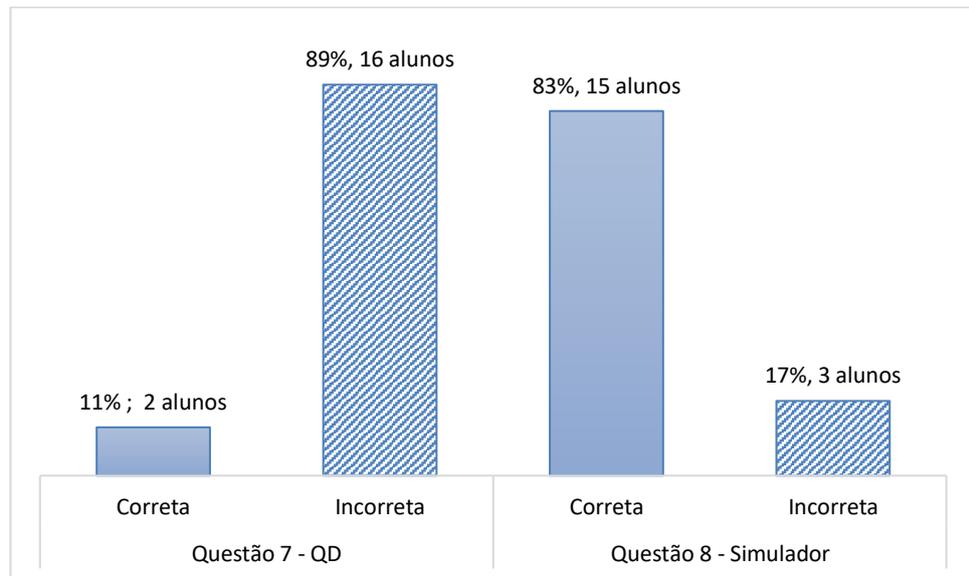


Fonte: <https://astro.unl.edu/classaction/animations/renaissance/kepler.html>

³⁷ A abreviação utilizada no simulador, AU, refere-se ao termo em inglês *Astronomical Unit*.

Este assunto foi tratado na questão 7 do QD³⁸ em que 16 alunos escolheram erroneamente a figura que apresentava um achatamento excessivo da órbita. Nesta questão esperava-se que os alunos visualizassem que o formato da órbita, quando visto “de cima”, aproxima-se muito de um círculo identificando que não há uma variação muito grande entre a aproximação e afastamento para o sistema Terra-Sol. As respostas, fornecidas pelos alunos, foram categorizadas em “Correta”, para os alunos que responderam que não há uma grande variação para a distância do sistema Terra-Sol e “Incorreta” para as respostas em que os alunos consideram um grande variação. O gráfico 8 compara os resultados obtidos no QD, da aula 1, com as respostas dadas na questão desta aula, obtidas por meio do simulador.

Gráfico 8. Respostas sobre a variação de distância



Fonte: Autor.

Foi constatada uma melhora de 72% no índice de acerto, comparado ao questionário aplicado no início da turma, mas 3 alunos persistiram com a concepção sobre a relevância da distância da órbita do sistema Terra-Sol. Na devolutiva do Caderno de Atividade os alunos relataram que, pela variação dos valores de r_1 e r_2 , no simulador, acreditaram que a diferença teria relevância. O professor esclareceu a

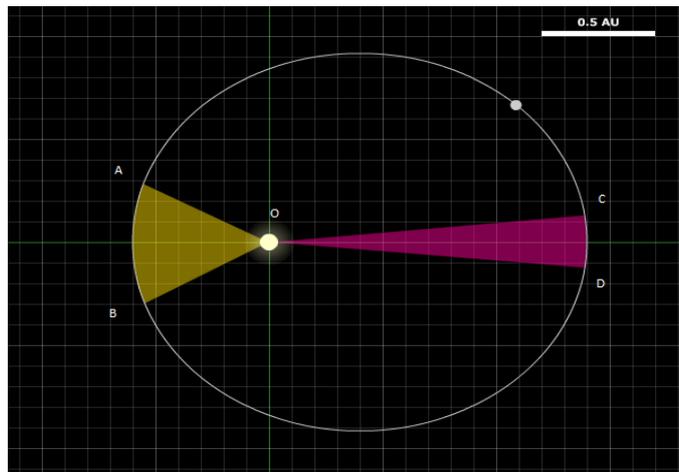
³⁸ Questão 7- (IV OBA – 2001 – Adaptada) Assinale a alternativa que melhor representa a órbita da Terra em torno do Sol (obs: a imagem não tem o efeito de perspectiva, ou seja, a órbita é vista “de cima”).

dúvida usando a visualização da órbita do sistema Terra-Sol, no simulador e o percentual de variação entre as distâncias r_1 e r_2 .

Questão 13) Qual a relação entre a área e tempo podemos escrever para as órbitas dos planetas?

Na questão 13 os alunos relacionaram a área formada no simulador, conforme figura 9, nos pontos AOB e COD, com o tempo necessário para o planeta percorrer estes dois trechos. Nesta simulação o aluno acionava, no controle do simulador, o movimento do planeta com a visualização da variação de velocidade, durante a órbita das áreas AOB e COD, mas o mesmo intervalo de tempo para o trecho percorrido. O objetivo foi identificar a segunda Lei de Kepler, enunciada como “o raio vetor que liga o Sol ao planeta varre áreas iguais em tempos iguais”.

Figura 9. Área



Fonte: Autor.

As respostas que identificaram que o planeta varre áreas iguais em tempos iguais foram classificadas como correta.

Tabela 10. Respostas sobre a 2ª Lei de Kepler

	Quantidade	%
Correta	13	72
Incorreta	5	18

Fonte: Autor.

Os alunos que apresentaram respostas incorretas não haviam identificado a informação sobre o intervalo de tempo, apresentada na tela do simulador. É necessário explicitar, na formulação da questão, a necessidade do aluno verificar na tela que o intervalo de tempo, no trecho percorrido durante a órbita, não varia. Foi necessária a intervenção, solicitando aos alunos que verificassem, no simulador, o intervalo de tempo para a órbita. Segue como exemplo, o excerto de uma resposta correta, indicado pelo aluno A13 e uma incorreta, apresentada pelo aluno A8:

*A13: “Que dentro de uma mesma órbita um planeta sempre cobrirá a mesma área no **mesmo período de tempo.**”*

*A8: “A área varrida quando são opostos será sempre a mesma mas o **tempo varia** de acordo com a proximidade do Sol.”*

Questão 16 - Para planetas mais distantes o que ocorre com o período, ou seja, o tempo que o planeta leva para dar uma volta em torno do Sol? Como podemos escrever uma relação constante entre o período e a distância do planeta ao Sol?

Nesta questão os alunos compararam a relação entre o período sideral (p), e a distância média da órbita dos planetas (a). O período sideral equivale ao intervalo de tempo de translação do planeta em torno do Sol, em relação a uma estrela fixa. O objetivo, nesta questão, foi deduzir a 3ª Lei de Kepler em que a razão entre o período sideral ao quadrado (p^2) e a distância média do planeta ao Sol ao cubo (a^3), no Sistema Solar é uma constante, equivalente ao valor “1”³⁹.

Foi classificada, como correta, as respostas em que os alunos realizam o cálculo da razão entre $\frac{p^2}{a^3}$ e encontraram o valor 1. As respostas incompletas trouxeram somente comentários sobre a relação das grandezas, afirmando corretamente que, quanto maior a distância do planeta ao Sol, maior o tempo de duração de órbita em torno do Sol.

³⁹ Para o valor 1, o período deve ser medido em anos terrestres e a distância em unidades astronômicas.

A tabela 11 traz os resultados obtidos nesta questão.

Tabela 11. Respostas sobre a 3ª Lei de Kepler

	Quantidade	%
Correta	12	67
Incompleta	6	33

Fonte: Autor.

Para as respostas incorretas, os alunos relataram que não acharam necessário realizar o cálculo para comparar o período e a distância, apesar dos valores “p” e “a” estarem acompanhados pela potência. Foi solicitado que investigassem a relação entre os período e a distância, a partir do cálculo da potenciação das grandezas. Os alunos, satisfatoriamente, atingiram o objetivo proposto. Nesta questão é necessário incluir uma orientação solicitando o cálculo do período (p), ao quadrado e da distância (a), ao cubo. A figura 10 traz o exemplo de uma resposta incompleta.

Figura 10. Exemplo de uma resposta incompleta

15) Na caixa de seleção "set parameters for" (configure os parâmetros para) escolha os planetas Vênus, Terra, Marte e Júpiter anotando o período "p" e a distância média da órbita "a". Complete os valores para p^2 e a^3 na tabela.

Corpo Celeste	p (anos terrestres)	a (UA)	p^2	a^3
Vênus	0,6	0,723	$(0,6)^2 = 0,36$	$(0,723)^3 = 0,378$
Terra	1	1	$(1,00)^2 = 1,00$	$(1,00)^3 = 1,00$
Marte	2	1,52	$(2,88)^2 = 3,64$	$(1,52)^3 = 3,51$
Júpiter	13	5,20	$(17,9)^2 = 320$	$(5,20)^3 = 141$

16) Para planetas mais distantes o que ocorre com o período, ou seja, o tempo que o planeta leva para dar uma volta em torno do Sol? Como podemos escrever uma relação constante entre o período e a distância do planeta ao Sol?

de demora, a relação é que quanto mais longe mais o tempo que o planeta leva para dar uma volta, e quanto mais longe mais demorado, e quanto mais perto mais rápido.

Fonte: Autor.

Fórum – Leis de Kepler

O fórum compreendendo um momento complementar, na aula online, foi publicado no AVA, após a aula presencial. O fórum trouxe a seguinte questão: Observando a órbita do planeta Terra em torno do Sol, podemos afirmar que a ocorrência das estações do ano na Terra deve-se à variação da distância Terra-Sol? Por quê?

A proposta, neste fórum, foi a reflexão sobre a associação da distância Terra-Sol como causa para as estações do ano (LANGHI, 2004). Com a visualização da uma órbita da Terra, muito próxima de um círculo, espera-se que os alunos concluam que outro fator, e não a distância, é responsável pela ocorrência das estações do ano.

Neste fórum houve a participação de 50% da turma, ou seja, 9 alunos acessaram o AVA deixando comentários. Isto significa um acréscimo de 3 alunos que não haviam participado no primeiro fórum revelando um engajamento do grupo em relação ao primeiro fórum.

A tabela 12 traz os dados de participação no fórum sobre as Leis de Kepler.

Tabela 12. Participação no fórum Leis de Kepler

	Quantidade	%
Participaram	9	50
Não participaram	9	50

Fonte: Autor.

Foram consideradas, como respostas corretas, os alunos que associaram a ocorrência das estações do ano à inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao Sol. Nas respostas incorretas, os alunos responderam que as estações ocorrem devido à distância Terra-Sol ou pela combinação dos dois fenômenos.

Tabela 13. Respostas no fórum Leis de Kepler

	Quantidade	%
Devido a inclinação do eixo de rotação da Terra	2	22
Devido a inclinação do eixo de rotação da Terra e a distância Terra-Sol	2	22
Devido a distância Terra-Sol	5	56

Fonte: Autor.

Identificou-se que os alunos, mesmo observando as características da órbita da Terra em torno do Sol no simulador, resistiram a mudança da concepção alternativa (LANGHI, 2004) associando a distância Terra-Sol como responsável pela ocorrência das estações do ano ou acrescentando a inclinação do eixo da Terra ao conceito da distância.

Foi publicado, no AVA, para auxiliar esses alunos sobre a compreensão do fenômeno, o simulador *Astronomy Labs - Basic Coordinates and Seasons*⁴⁰ com orientações para a simulação da ocorrência das estações do ano. Este simulador, desenvolvido pela Universidade de Nebraska, EUA, permite a visualização da ocorrência das estações do ano devido a incidência dos raios solares em relação à inclinação do eixo terrestre durante todos os dias do ano. Apesar desta intervenção, não foram verificadas participações ou comentários no AVA, mesmo com a publicação do simulador e incentivo com mensagens para discussão sobre o fenômeno.

Os alunos que apresentaram dificuldades na compreensão do fenômeno foram orientados, durante a aula presencial, através do simulador *Astronomy Labs - Basic Coordinates and Seasons*.

⁴⁰ Disponível no endereço https://astro.unl.edu/naap/motion1/animations/seasons_ecliptic.html. Acesso em 30-09-2019.

3.2.2 Aula 4 – Gravitação Universal

A aula 4 foi realizada no formato *online* com a publicação, no AVA *EDMODO*, da videoaula “*Kepler’s Third Law of Motion*”⁴¹ conforme figura 11. Esta aula foi composta por um questionário para a verificação da visualização do vídeo e um fórum de discussões.

O objetivo desta aula foi mostrar aos alunos que a 3ª Lei de Kepler, estudada na aula anterior, pode ser deduzida da Lei da Gravitação Universal de Newton, permitindo extrair outras informações dos corpos celestes como velocidade, gravidade, cálculo da massa, apenas com as observações da posição dos corpos celestes.

Questionário – Vídeo

A quantidade de alunos que visualizaram o vídeo foi aferida por meio da realização do questionário devido à ausência de dados, no AVA, sobre os acessos dos alunos ao vídeo.

Figura 11. Vídeo Gravitação Universal



Fonte: Autor.

⁴¹ Disponível no endereço <https://youtu.be/KbXVpdlmYZo>.

O questionário *online*, no AVA, foi composto por 3 questões. Conforme a tabela 14, verifica-se a participação de 13 alunos, ou seja, 72% dos participantes.

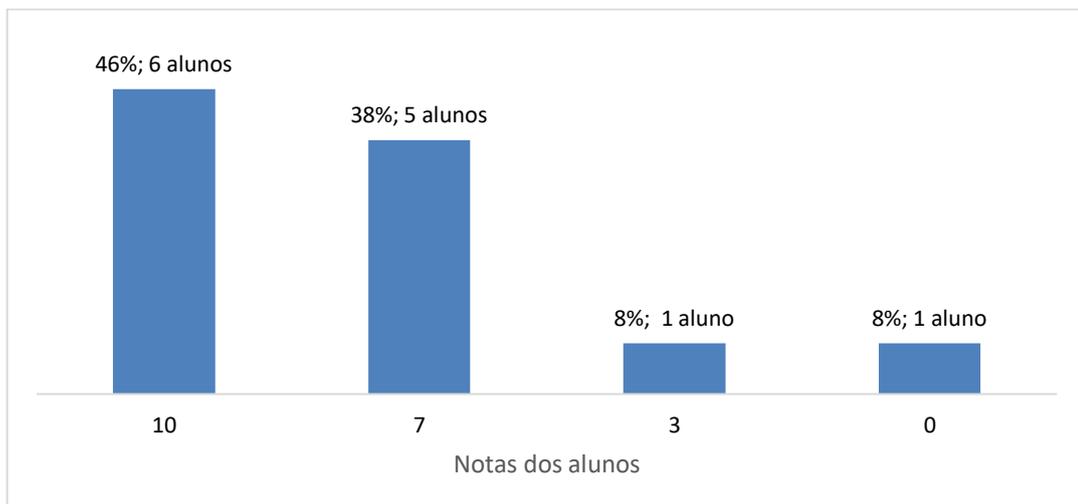
Tabela 14. Participação no questionário – Gravitação Universal

	Quantidade	%
Participaram	13	72
Não participaram	5	28

Fonte: Autor.

O gráfico 9 traz as notas dos alunos no questionário *online* referente ao vídeo.

Gráfico 9. Notas dos alunos no questionário *online*.



Fonte: Autor.

Fórum – Vídeo

O fórum, publicado no AVA, teve como objetivo discutir a importância das Leis de Kepler e da Gravitação Universal com a seguinte questão: Na sua opinião, qual a importância desta dedução e o que você achou mais interessante neste desenvolvimento?

Espera-se que os alunos identifiquem que, com esta relação, é possível deduzir grandezas dos corpos celestes como a velocidade da órbita, a aceleração gravitacional na superfície de um planeta, o cálculo da massa.

A tabela abaixo mostra a participação dos alunos neste fórum comparado aos fóruns anteriores.

Tabela 15. Participação no fórum – Gravitação Universal

	Nº de alunos	%
Participaram	5	27
Não participaram	13	73

Fonte: Autor.

Ocorre um decréscimo na participação dos alunos na atividade fórum, mas identificamos que o mesmo grupo de alunos continua participando das aulas *online*.

Os comentários dos alunos, realizados no fórum, foram categorizados conforme mostrados na tabela 16.

Tabela 16. Respostas no fórum – Gravitação Universal

	Respostas	Quantidade	%
Relação matemática	O período ao quadrado é igual à distância ao cubo	3	60
Aplicação	Cálculo da massa	1	20
Não sabe	Não entendi	1	20

Fonte: Autor.

Os alunos trouxeram a relação entre as equações matemáticas e a aplicação, para cálculo da massa da Terra, apresentada no vídeo. Este assunto foi retomado durante a aula presencial devido à baixa participação dos alunos na atividade. A videoaula “*Kepler’s Third Law of Motion*” foi projetada no laboratório de informática e as relações entre as grandezas foram explanadas pelo professor para toda a turma.

Apesar da baixa participação no fórum *online*, os alunos apresentaram uma boa participação no questionário e um bom rendimento, sendo que 61% obteve nota acima da média 5. Não foi possível identificar a contribuição para o aprendizado devido aos alunos que apenas visualizaram o fórum. Foram constatadas que as

interações, nas aulas *online*, ocorrem de maneira unidirecional, entre o professor e os alunos.

3.3 BLOCO III – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

3.3.1 Aula 5 – Observação do céu

Na aula 5 foi planejada uma atividade presencial com os alunos no pátio da escola para observação do céu noturno. O objetivo foi, a partir da observação de Júpiter e seus satélites, abrir a discussão para uma problematização sobre como podemos obter informações do planeta Júpiter apenas observando o movimento dos seus satélites.

Esta atividade foi muito aguardada pelos alunos, pois apenas alunos, neste grupo, haviam tido essa experiência. No dia e horário programados, conforme cronograma, ocorreu a espera para a observação, mas devido às condições meteorológicas, não foi possível realizar a atividade observacional. Neste período, porém, foram discutidos alguns conceitos envolvendo a óptica geométrica, a formação da imagem no telescópio, as características de lentes e espelhos, acompanhada atentamente pelos alunos. A impossibilidade desta atividade gerou frustração, mas foi minimizada com a conscientização de que dependemos da natureza durante uma atividade de observação do céu.

3.3.2 Aula 6 – Satélites de Júpiter

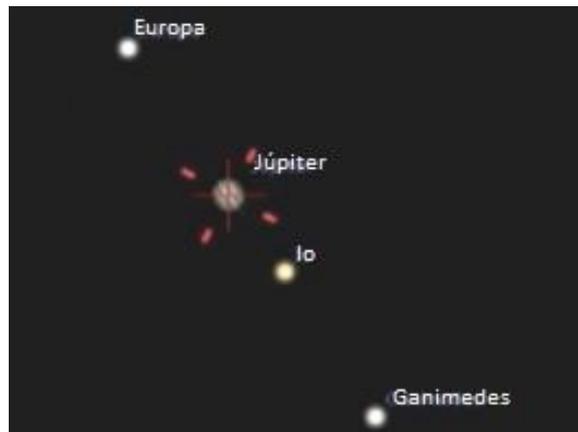
A aula 6 foi realizada no formato presencial, no laboratório de informática com a presença dos 18 alunos. O objetivo desta aula foi a realização da Problematização e da Aplicação do conhecimento. A Problematização foi fomentada, nesta aula, a partir da observação dos satélites de Júpiter com a projeção de um vídeo devido à impossibilidade da observação do céu noturno, na aula anterior. A Aplicação do Conhecimento levou os alunos a coleta, análise e interpretação dos resultados que compõem a metodologia científica no estudo da Astronomia para que o aluno conheça uma parte significativa do trabalho de um astrônomo profissional.

Esta aula compreendeu dois encontros, devido à intervenção, no início da aula, para explicação das equações da Gravitação Universal e da projeção do vídeo, sobre o movimento dos satélites de Júpiter.

Problematização

O professor elaborou e publicou no AVA, como estratégia didática, um vídeo curto com a duração de três minutos, mostrando o movimento de Júpiter e os satélites, durante um período de observação de doze horas em modo acelerado, usando o software *Stellarium*⁴². O *Stellarium* simula a observação do céu com a posição das estrelas, Sol, Lua e os planetas além de outros corpos celestes em qualquer época do ano dada a localização do observador. A Figura 12 traz a tela do vídeo com o planeta Júpiter, ao centro, e os seus satélites, como visualizado em um telescópio.

Figura 12. Vídeo com a simulação do movimento dos satélites de Júpiter



Fonte: <https://youtu.be/uid5ariBybE>.

Na exibição do vídeo, foi dada ênfase ao afastamento e aproximação dos satélites em relação ao planeta Júpiter, perceptível durante a reprodução do vídeo. Após essa apresentação foi realizada a problematização, a partir da seguinte questão: É possível, somente com os dados sobre os satélites de Júpiter, extrair alguma informação física do planeta? A maior parte dos alunos ficaram pensativos. Dois alunos citaram que seria possível encontrar a massa de Júpiter. Essa afirmação foi

⁴² https://stellarium.org/pt_BR/. Acesso em 25-08-2019.

inspirada no vídeo sobre Gravitação Universal que, ao final, demonstrava o cálculo da massa da Terra em função da órbita da Lua.

Na segunda parte da aula, os alunos realizaram a Aplicação do Conhecimento, com o auxílio do Caderno de Atividades intitulado Revolução dos satélites de Júpiter, disponível no Apêndice A:Apêndice A.6.2.

A seguir temos a descrição do desenvolvimento dessa atividade pelos alunos.

Caderno de Atividades

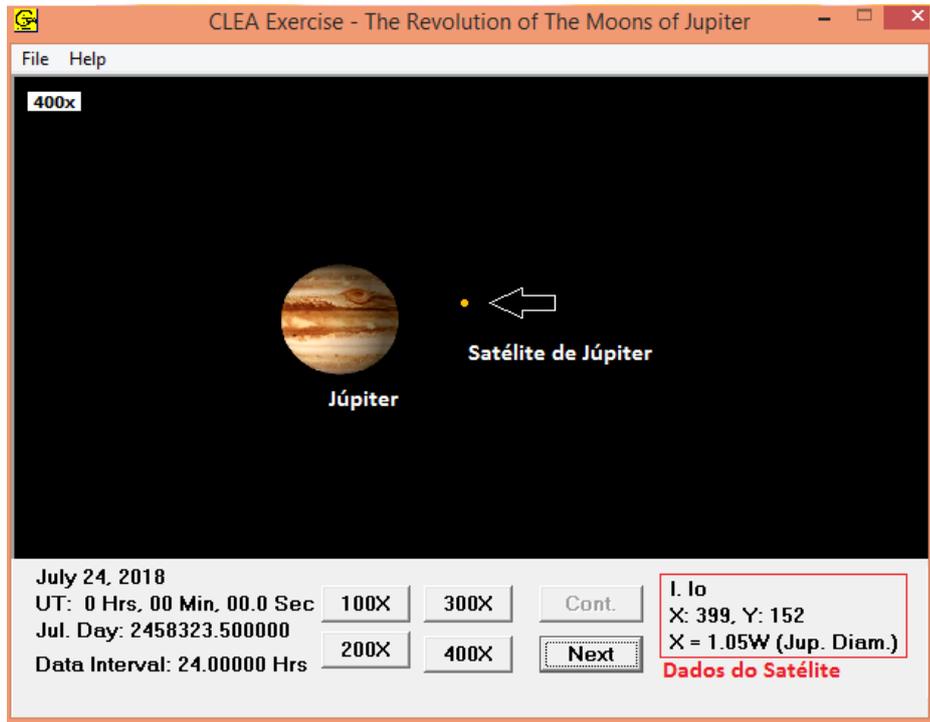
Os grupos foram organizados nos computadores e receberam o Caderno de Atividades no formato impresso e no formato eletrônico, publicado no AVA. O software CLEA foi previamente instalado e testado nos computadores.

A aplicação foi desenvolvida no formato de um estudo dirigido em que os alunos realizavam as tarefas do Caderno de Atividades, conforme as orientações dadas no material. O professor esclarecia as dúvidas e orientava o trabalho dos grupos. As tarefas do grupo foram divididas em quatro partes: coleta de dados, análise dos dados e interpretação dos dados.

Coleta de dados

Os alunos acessaram o software CLEA com a inserção das informações, fornecidos no Caderno de Atividade, com a data e hora para a observação de Júpiter. O aluno selecionava cada satélite, exibido na imagem, para visualizar as informações sobre a distância do satélite ao planeta. Foram coletadas os dados sobre a distância para os 4 maiores satélites de Júpiter, denominados Io, Europa, Calixto e Ganimedes, conforme figura 13.

Figura 13. Tela do CLEA com a posição dos satélites de Júpiter



Fonte: Software CLEA.

Os alunos tomaram um total de 40 medidas para preenchimento da tabela fornecida no Caderno de Atividades. A figura 14 traz o exemplo da tabela de dados do caderno de atividades com as informações pré-determinadas, grifado em vermelho. O uso da tabela com a data, o horário e o intervalo que o aluno deveria escolher na tela do CLEA funcionou como um facilitador para a coleta de dados.

Figura 14. Tabela de dados

TABELA DE DADOS

Medidas	Data	Horário	Intervalo	Tempo	Io	Europa	Calisto	Ganimesdes
1	01/out	00:00	3h	0				
2	01/out	03:00	3h	0,125				

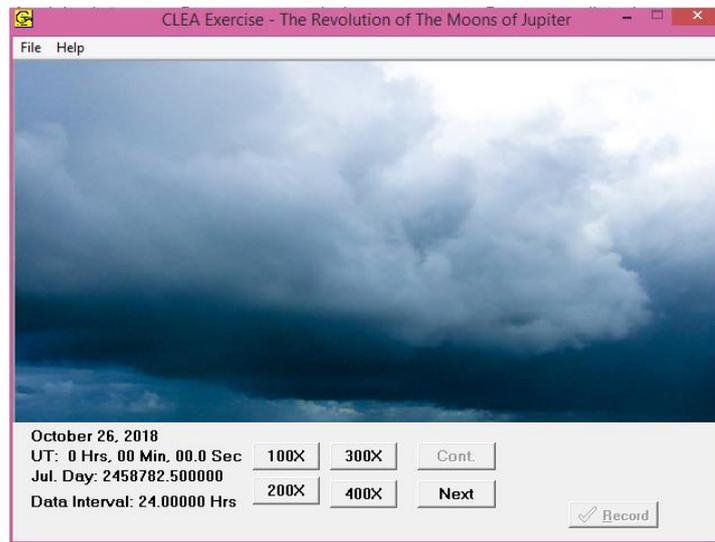
Fonte: Autor.

O processo de coleta de dados incentivou a interação entre os alunos e a divisão de tarefas nos grupos, com a inserção de dados no software, leitura, escrita, conferência. Foi observado, durante a coleta, que alguns grupos passavam por imagens e acabavam não coletando os dados, sendo necessário voltar novamente à imagem para a coleta. A quantidade de dados e a necessidade de retornar à imagem

gerou inquietação dos grupos, devido a morosidade para conclusão do preenchimento da tabela.

Durante a coleta de dado, algumas imagens apresentavam nuvens na tela, não permitindo a observação dos satélites, como mostrado na figura 15. O professor explicou aos alunos que o software simula situações reais de observação do céu, dessa maneira, esse fato pode ocorrer na prática com um astrônomo profissional que, em uma atividade de observação do céu, realizada durante várias noites, por exemplo, pode não conseguir condições meteorológicas favoráveis para a observação. Estas medidas foram deixadas em branco no roteiro.

Figura 15. Software CLEA

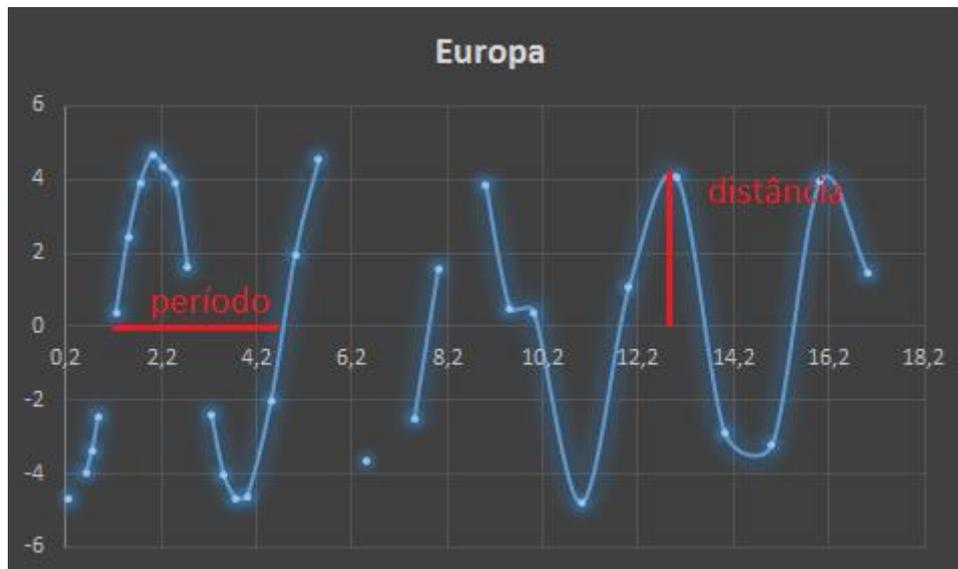


Fonte: Software CLEA.

Análise dos dados

Os alunos construíram os gráficos a partir da tabela, preenchida na fase de coleta de dados. O objetivo do gráfico foi obter a distância e o período do satélite em torno de Júpiter para um determinado intervalo de tempo, especificados em vermelho, na figura 16. A principal dificuldade dos alunos, nesta tarefa, foi a escolha do melhor tipo de gráfico para representação dos dados, sendo necessária a intervenção do professor. Devido aos dias sem observação, os gráficos não apresentaram continuidade nas linhas.

Figura 16. Apresentação gráfica dos dados sobre o satélite Europa



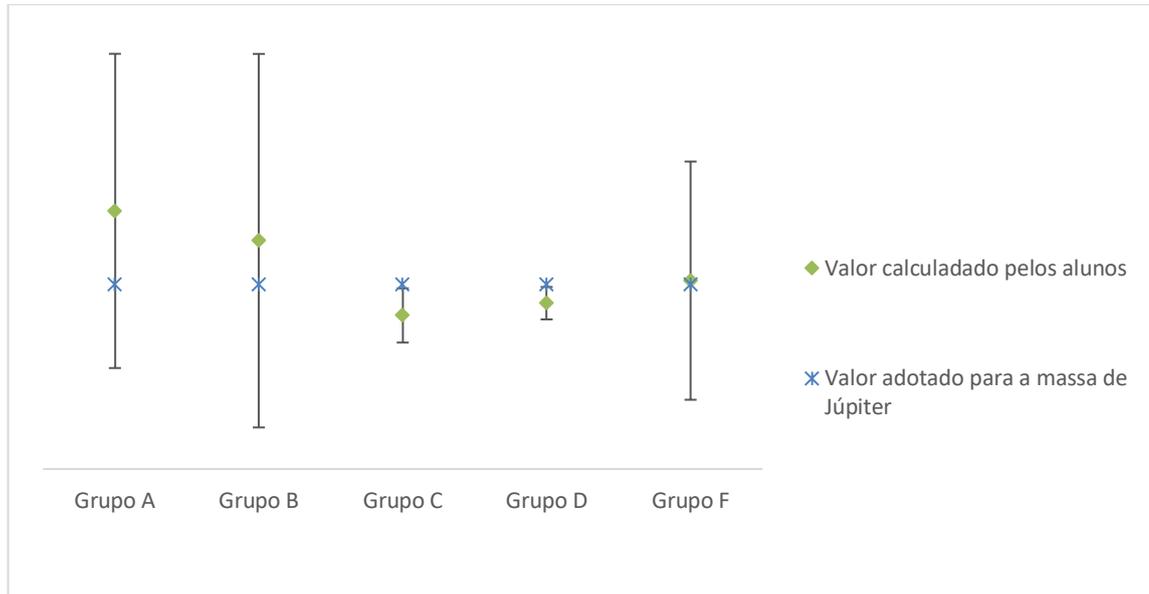
Fonte: Elaborado pelos alunos do Grupo B

Interpretação

Os alunos escolheram os intervalos de período e distância mais bem definidos no gráfico para cada um dos satélites. Esses dados foram aplicados em uma relação matemática, fornecida no roteiro, que possibilitou o cálculo da massa de Júpiter devido ao período e distância de cada satélite. Foram tomados quatro valores, um para cada satélite. Com esses valores foi realizada a média e o desvio padrão das medidas que forneceu, como resultado final, o valor para a massa de Júpiter e um valor de dispersão das medidas tomadas. Esse processo teve como objetivo aumentar a confiabilidade do valor calculado.

Os valores apresentados pelos grupos foram compilados, conforme o gráfico 10 e comparados com o valor adotado para a massa de Júpiter. No gráfico verificamos que, considerando o desvio padrão, representado pelas barras verticais em cada medida, os grupos atingiram o valor esperado. No gráfico podemos visualizar que os grupos A, B e F apresentam desvio padrão alto. Isto deve-se a maior dispersão de dados, ocorrido durante a tomada das medidas.

Gráfico 10. Medidas para a Massa de Júpiter



Fonte: Autor.

Podemos concluir, considerando a incerteza das medidas, que os valores obtidos para a massa de Júpiter em nossa atividade em sala de aula, são condizentes com o valor apresentado pela comunidade científica.

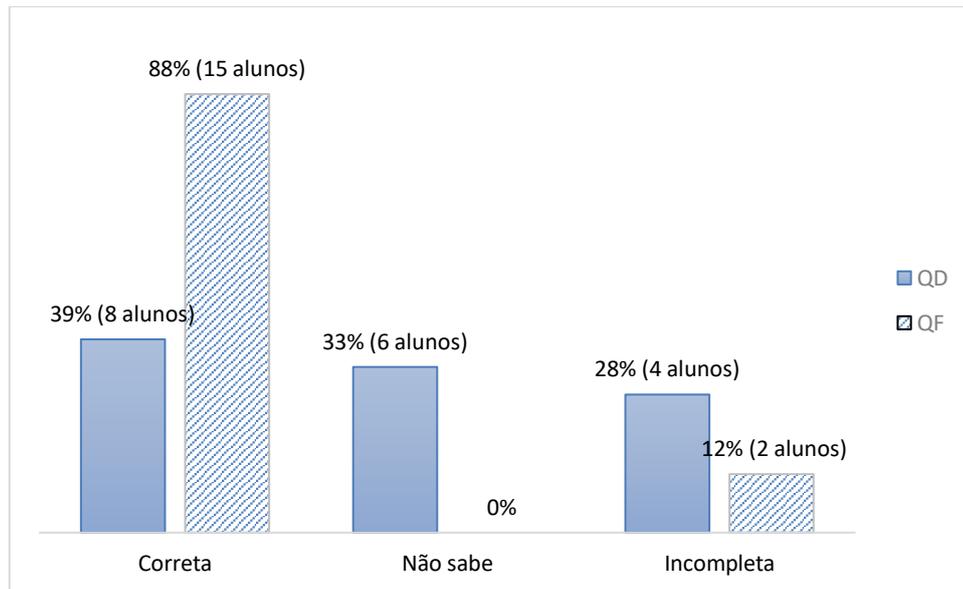
3.4 AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O questionário final (QF) foi aplicado no segundo encontro da aula 6, no formato presencial, com o objetivo de avaliar o aprendizado adquirido, conhecer a opinião do aluno sobre a metodologia aplicada e os pontos positivos e negativos do produto educacional. Compareceram, nesta aula, 17 alunos. A seguir são apresentados os resultados obtidos nesta aplicação.

Questão 1 - Descreva as três Leis de Kepler para o movimento planetário.

A questão 1 teve como objetivo identificar a compreensão das Leis de Kepler, utilizando produto educacional. A seguir são mostrados os resultados antes da aplicação do produto educacional, obtidos no QD e os resultados obtidos nesta aula, com o QF.

Gráfico 11. Leis de Kepler



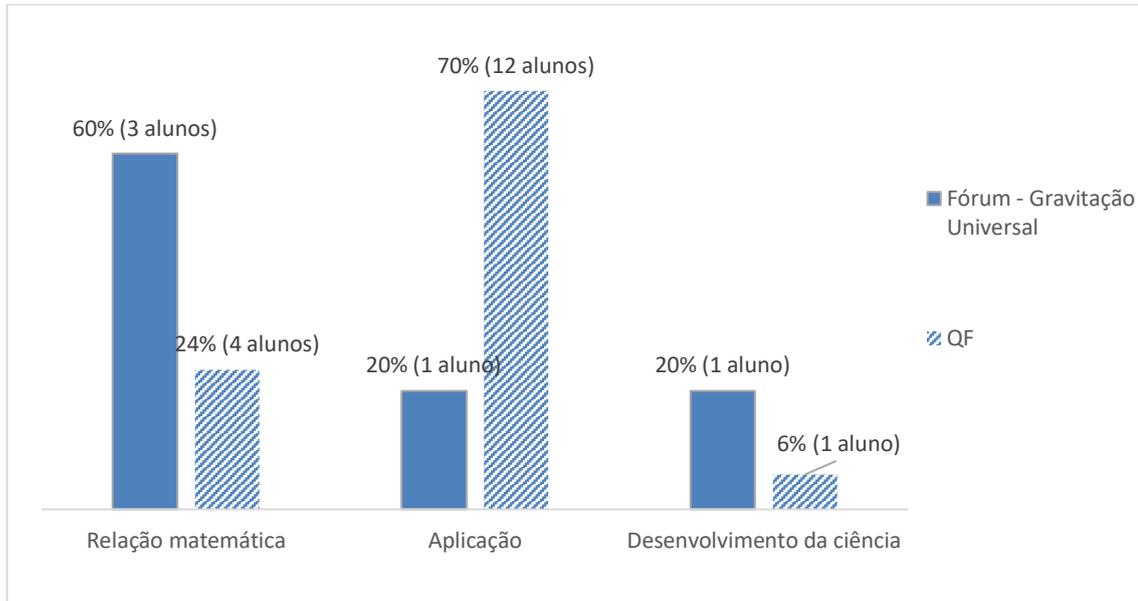
Fonte: Autor.

Comparando os gráficos do QD e QF identificamos que houve um aumento em 44%, correspondente a 7 alunos, nas respostas enunciando corretamente as Leis de Kepler. Esta melhoria pode ser atribuída ao uso dos simuladores pois esse tópico foi investigado com essa ferramenta didática. As duas respostas incompletas no QF correspondem aos 2 alunos que não souberam responder a questão no QD.

Questão 2 – Qual é a importância da relação entre a Gravitação Universal desenvolvida por Newton e as Leis de Kepler?

Esta questão explora a compreensão do aluno quanto ao uso das equações estudadas na aplicação. Espera-se que os alunos associem esta relação com a prática como, por exemplo, para obtenção de informações sobre os corpos celestes, aplicações e explicações de fenômenos. Este tema foi abordado no fórum de discussões sobre a Gravitação Universal, na aula 4, em que os alunos discutiram esta mesma relação. No estudo, usando o vídeo, as respostas obtidas ficaram voltadas apenas para a descrição da relação matemática, apesar dos exemplos apresentados, sobre a aplicabilidade desses cálculos. As respostas obtidas neste QF, para avaliação do aprendizado, foram comparadas com as respostas do fórum. A seguir estão os resultados.

Gráfico 12. Aplicabilidade das Leis de Kepler e Gravitação Universal



Fonte: Autor.

As respostas do questionário final mostram que houve maior associação das Leis de Kepler e da Gravitação Universal com a “Aplicação”. Este resultado não foi atingido com o estudo do vídeo que, apesar de desenvolver a aplicabilidade das Leis de Kepler, mostrou respostas no fórum sobre a relação matemática. A atividade realizada pelo aluno, envolvendo o momento “Aplicação do Conhecimento” possibilitou um novo olhar para as equações apresentadas, mostrando um objetivo prático para esse estudo.

Questão 3 - Como você classifica a metodologia utilizada, usando recursos híbridos, para sua aprendizagem comparada à metodologia tradicional usada normalmente em sala de aula?

A questão 3 investiga a impressão dos alunos quanto à aplicação, envolvendo a estratégia de utilização de atividades diferenciadas, tecnologia e aulas presenciais e *online*.

As respostas elaboradas, pelos alunos, foram categorizadas buscando as palavras chaves que refletissem a opinião dos alunos nesta questão. A apresentação desta categorização foi realizada na forma de uma nuvem de palavras. Esta ferramenta possibilita a visualização dos dados linguísticos apresentados pelos alunos

nas respostas sendo que as palavras com maior frequência são representadas em destaque na nuvem. A construção da nuvem foi realizada por meio do aplicativo *WordArt*⁴³, um gerador de nuvens de palavras *online* com a inserção das palavras-chaves que constavam nas respostas dos alunos.

Figura 17. Classificação da metodologia utilizada



Fonte: Autor.

As palavras “Prazerosa”, “Facilitadora” foram as mais recorrentes destacando a busca, deste grupo, por um ensino que seja mais agradável e atraente. Esta característica foi proporcionada pelo uso dos 3MPs aliada às atividades híbridas. A recorrência da palavra “Diversificada” mostra que, para o grupo de alunos, é importante a aplicação de diferentes atividades no processo de ensino-aprendizagem.

Apresentando a mesma recorrência temos as palavras “Dinâmica”, “Interessante”, “Prática”, “Autonomia” e “Dedicção”. As respostas revelam que, para o grupo, é importante um produto educacional dinâmico, que possibilite a prática e a independência dos alunos no desenvolvimento do conhecimento. Os alunos salientam

⁴³ Disponível no endereço <https://wordart.com>. Acesso em 30-09-2019.

que o ensino híbrido exige maior dedicação do aluno, sendo necessário foco e engajamento para que ocorra o aprendizado.

A seguir são apresentados alguns excertos com as palavras destacadas:

A1: *“De fato, a forma de aprendizagem híbrida se torna mais prazerosa que o método tradicional, devido a variabilidade de situações disponibilizadas para o estudante, o que facilita mais o aprendizado para o mesmo, além de possibilitar situações únicas para o estudante”.*

A2: *“Eu gostei bastante, aprendi bem mais do que tinha visto em sala, em grupo principalmente, um incentivava o outro, é gostoso trabalhar assim, sem apenas ler e fazer exercícios, tivemos bastante atividades diferentes que ajudaram muito.”*

A proposta conseguiu ainda apresentar aos alunos os elementos que foram relacionados como característicos da aplicação do ensino híbrido com a recorrência das palavras “Interação”, “Colaboração” e “Personalização.”

Questão 4 - Quais atividades você mais gostou e o quais você menos gostou neste projeto?

Esta questão busca identificar quais atividades apresentaram maior potencial na aplicação do produto educacional. As categorias foram classificadas conforme a frequência das atividades mencionadas pelos alunos nas respostas.

Tabela 17. Atividade que mais gostou

	Atividades	Citações	%
Desenvolvimento do conhecimento	Leitura da HQ	10	29
	Simulador - Leis de Kepler	6	18
	Vídeo	3	8
Aplicação	Massa de Júpiter	6	18
Avaliação	Quiz	5	15
Interação	Fórum	4	12

Fonte: Autor.

Tabela 18. Atividade que menos gostou

	Atividades	Citações	%
Desenvolvimento do conhecimento	Resenha	1	14%
	Vídeo	1	14%
Aplicação	Massa de Júpiter - Coleta de dados	5	72%

Fonte: Autor.

A atividade que mais agradou os alunos foi o estudo do contexto histórico utilizando a HQ. Os comentários e participação dos alunos, apresentados na aula 2, indicavam essa aceitação. Os alunos mencionaram, como a segunda atividade que mais gostaram, o uso dos simuladores e a aplicação do cálculo da massa de Júpiter. Estas atividades estão relacionadas com a metodologia dos 3MPs em que ocorre a “Aplicação do conhecimento”, mencionada na nuvem apresentada na questão anterior, representada pela palavra “prática”.

Os alunos mencionaram, na atividade que menos gostaram, a coleta de dados, realizada para o cálculo da massa de Júpiter. Verifica-se que, apesar da aplicação mostrar-se importante para os alunos, quando calculam a massa de Júpiter, o processo para a obtenção dessa informação, tão relevante quanto o produto, não teve a devida valorização por este grupo de alunos. Segundo Prensky (2001) os nativos digitais tem preferência por processos rápidos, com acessos em paralelo e

randômicos. Esta forma de tratar as situações dificulta processos mais minuciosos, que requerem, como na coleta de dados, persistência e interpretação.

Questão 5 - O que foi mais marcante neste projeto? Relate sua experiência.

Esta questão tem como objetivo investigar quais fatores foram relevantes nas aulas, buscando identificar citações relacionadas ao uso da modalidade ensino híbrido.

A tabela a seguir apresenta a frequência das palavras ocorridas para cada categoria nesta questão.

Tabela 19. O que foi mais marcante neste projeto

	Respostas	Frequência	%
Aprendizagem	Conhecimento, compreensão, experiência	11	40
Atividades	Diversificada, simuladores, HQ	8	30
Aplicação	Prática, trabalho dos astrônomos	4	15
Interações	Descontraído, auxílio do professor, amizade	4	15

Fonte: Autor.

O relato dos alunos mostram que a ciência foi desmistificada com a aplicação deste produto, ou seja, deixou de ser algo difícil, fora do alcance. Esta mudança de visão foi proporcionada, principalmente, pela aplicação da metodologia científica. Os alunos não só estudaram os conteúdos, mas experimentam como aplicá-los na prática, facilitada pelas aulas na forma *online* e presencial.

A aplicação de atividades diversificadas e o estudo dirigido, permitiram a autonomia do aluno e o maior interesse pela proposta.

Nos excertos abaixo é possível identificar as categorias apresentadas.

A15: “A metodologia e o meio de ensinar uma matéria que aparentava ser mais complicada, me surpreendi com a facilidade de pegar o conteúdo.”

A17: “Eu sempre interessei pela astronomia porém achava muito difícil pelo fato dos dados e cálculos, mas depois desta experiência percebi que é muito legal e não tão difícil como eu imaginava e comecei a gostar muito.”

A14: “durante a aula “normal” eu não consegui entender, mas com o projeto se tornou mais fácil.”

A18: “achei muito interessante ver como astrônomos trabalham na prática.”

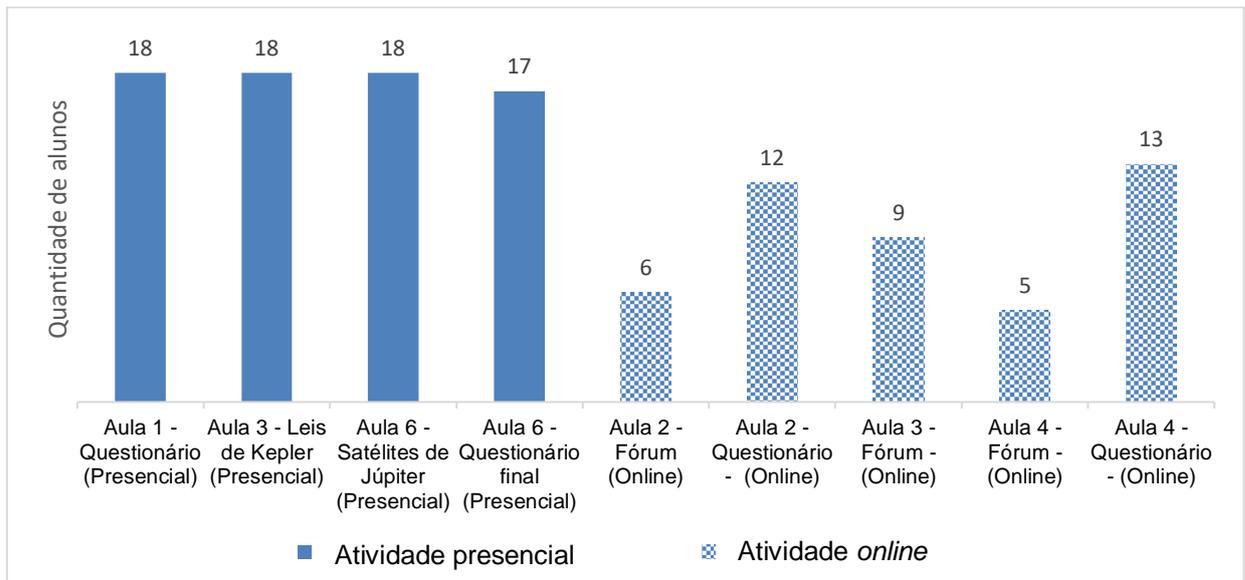
CAPÍTULO 4 – CONCLUSÃO

O estudo das Leis de Kepler e Gravitação Universal por meio da modalidade ensino híbrido atingiu os objetivos propostos pois desenvolveu, durante as aulas, o protagonismo do aluno, a personalização, a colaboração e a interação. Esses aspectos foram atingidos, não somente pelo uso do computador e das ferramentas tecnológicas, mas pela conciliação da modalidade ensino híbrido com a metodologia de ensino baseada nos 3MPs. Esta metodologia incentivou o diálogo e a pesquisa por meio da problematização, fatores fundamentais para o ambiente escolar.

Considera-se que a aplicação do produto educacional mostrou a realidade sobre o trabalho científico que, para atingir seus objetivos passa por processos trabalhosos de coleta, tratamento e interpretação de dados.

O modelo de ensino híbrido aplicado, alternando aulas presenciais e *online*, mostrou maior participação durante os momentos presenciais, como pode ser observado no gráfico11.

Gráfico 11. Compilação da participação dos alunos



Fonte: Autor.

Nas aulas presenciais os alunos participaram ativamente das atividades, mostrando interesse e dialogando constantemente sobre os conteúdos e as questões.

Destaca-se, neste contexto, o protagonismo do aluno ao realizar as atividades no computador, por meio dos roteiros, a colaboração entre os grupos e a interação entre os alunos na sala de aula.

Nas aulas *online*, em comparação às aulas presenciais, a participação dos alunos foi menor, sendo realizada sempre pelo mesmo grupo. Os fóruns tiveram poucos comentários pelos alunos, mas as notas obtidas nos questionários *online* ficaram acima da média revelando que, mesmo com a baixa interação no fórum, houve o aprendizado do aluno. Durante os fóruns, apesar de serem estimulados à comunicação entre os alunos, a mesma foi estabelecida de maneira unidirecional, somente entre o professor e os alunos. O único momento de interação espontânea entre os alunos, utilizando AVA, ocorreu, na realidade, na aula presencial, quando os alunos questionaram a classificação de Plutão, conforme será detalhado mais adiante. Destacamos que o fórum, uma comunidade colaborativa para troca de mensagens, concorre neste grupo, com novas possibilidades (BRUNO; HESSEL, 2007), como, por exemplo, o uso de mensagens instantâneas pelo *smartphone*. Podemos relacionar ainda, o próprio convívio dos alunos durante as aulas presenciais regulares que permitiam comentários sobre as aulas online. Essas variáveis influenciaram na participação e interações *online*, deste grupo.

A avaliação por pares mostrou-se um processo viável na aplicação do ensino híbrido. Os alunos, assumindo o papel de protagonistas na avaliação, demonstraram rigor e critérios condizentes com essa prática. Esse tipo de avaliação é ainda facilitada por meio do AVA. O ambiente virtual permite, a qualquer momento, o envio e recebimento desses materiais entre os alunos e professor.

Apesar da baixa participação nas aulas *online*, a aplicação por meio de um AVA e de aulas *online*, auxiliou o professor pois proporcionou a identificação de defasagens e intervenções que, no cotidiano de sala de aula são, muitas vezes, mascaradas.

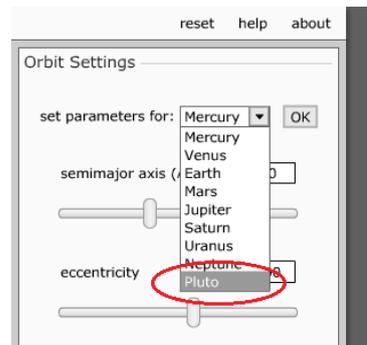
A aplicação do produto educacional proporcionou algumas situações que, apesar de não constarem no planejamento inicial, permitiram intervenções estratégicas e puderam ser analisadas como parte da pesquisa. Neste sentido

destacamos duas situações, ambas ocorridas na terceira aula, presencial, sobre as Leis de Kepler. São elas:

- i) o questionamento sobre a classificação do planeta anão Plutão;
- ii) o uso de um fotolivro.

O questionamento sobre a classificação do planeta anão Plutão ocorreu durante a utilização do simulador “*Planetary Orbit*” para o estudo das Leis de Kepler. Na lista de seleção dos planetas do Sistema Solar do simulador constava o corpo celeste Plutão, conforme a figura 18.

Figura 18. Tela do simulador



Fonte: <http://astro.unl.edu/naap/pos/animations/kepler.html>.

Este fato gerou o questionamento, pelos alunos, sobre a classificação de Plutão, se este corpo celeste poderia ser considerado um planeta ou um planeta-anão. O professor entrevistou na aula, explicando que Plutão havia sido classificado, pela União Astronômica Internacional, como planeta-anão. O professor incentivou os alunos à pesquisa sobre o “por quê” desta mudança. Um grupo de alunos iniciou uma discussão, no AVA, durante a aula presencial, sobre a classificação de Plutão. Houve a publicação, por um aluno, do documento emitido pela União Astronômica Internacional (IAU) em 24-08-2006, que classifica Plutão como planeta anão. A publicação gerou doze comentários entre os alunos, a favor e contra a classificação de Plutão. Essa foi a única ocasião em que ocorreu a discussão e interação entre os alunos e não somente aluno-professor. Os alunos, identificados nesta discussão, também participaram de todas aulas *online*, mostrando o interesse e protagonismo desse grupo em especial durante toda a aplicação.

O questionamento sobre Plutão gerou ainda uma discussão sobre as escalas de distâncias no Sistema Solar. Os alunos observaram que Plutão estava muito distante do Sol quando comparado ao sistema Terra-Sol e perguntaram sobre os limites do nosso Sistema Solar. Esta discussão motivou a publicação do fotolivro “Paisagens cósmicas – da Terra ao Big Bang”⁴⁴, no AVA, em versão eletrônica. Na aula presencial foi entregue uma versão impressa aos alunos. O material proporcionou uma melhor compreensão das dimensões e distâncias no Universo e a reflexão, pelos alunos, sobre o papel da ciência. O professor solicitou, por meio de uma publicação no AVA, a opinião dos alunos sobre o fotolivro. Os excertos abaixo trazem os comentários dos alunos.

A9: “As imagens são lindas! É incrível pensar que a ciência avançou dessa forma onde podemos simular como é cada coisinha do universo. Na primeira página, o texto cita Galileu com seu telescópio e me veio em mente que, se ele estivesse vivo, o quão estaria fascinado por tudo o que sabemos hoje”.

A17: “[...]este livrinho apesar de curto, contém informações muito interessantes[...]”

A15: “Livro lindo!!! Pensar que apesar de tantos problemas temos coisas tão fantásticas no mundo e a leitura também é muito rápida e contém dados interessantíssimos!”

As intervenções, comentadas nestas duas situações, foram facilitadas com o uso do ensino híbrido mesmo durante a aula presencial, os alunos puderam interagir por meio do AVA e após as aulas, houve a continuidade da comunicação com e entre os alunos.

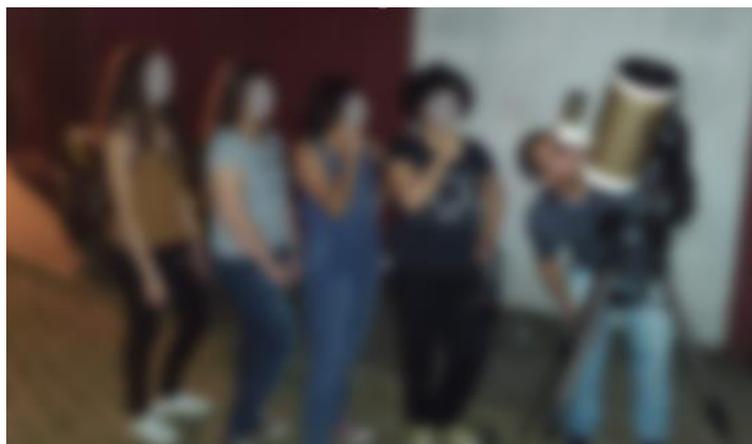
A observação noturna do céu não foi realizada durante a aplicação do produto

⁴⁴ Disponível no endereço

https://www.iag.usp.br/astrologia/sites/default/files/fotolivroastro_20180809_isbn_ebook_hr.pdf. Acesso em 27-10-2019.

educacional, em 2018, conforme relatado no capítulo 3, mas no ano posterior, em 2019, com condições meteorológicas favoráveis, foi possível realizar essa atividade. A observação noturna do céu foi realizada no pátio da escola, conforme figura 19, com a presença de 5 alunos. Esses alunos participaram da aplicação do produto educacional.

Figura 19. Observação noturna do céu



Fonte: Autor.

Ao final da atividade os alunos relataram o impacto e a importância dessa experiência. Os depoimentos podem ser observados nos excertos abaixo:

A8: “[...]foi muito diferente pois nunca tinha visto um telescópio de perto. Foi uma experiência única”. É ótimo ter contato com um telescópio e fazer uma observação real[...]

A5: “Foi muito interessante poder ver com tantos detalhes os “pontinhos” que vemos no céu..como tivemos toda a teoria antes deu para aproveitar muito porque eu realmente sabia o que eu estava olhando[...]. Acredito que seria um lindo caminho se as escolas parassem de querer que os alunos decorassem as coisas e começassem com o caminho de entender por completo uma situação fazendo com que as ideias saiam do abstrato e se aproximem da realidade, porém, em nosso país, infelizmente isso não é eficaz pois precisamos sempre nos preparar para provas e mais provas e nunca aprendemos para algo novo.”

A11: “Foi incrível! Não sei quando teria outra oportunidade como essa.”

A10: “Foi bem legal. Eu nunca tinha visto e nem observado em um telescópio.”

A13: “Observar o céu no telescópio foi uma ótima experiência pois é bem diferente de observar a olho nu e eu nunca tinha observado dessa forma. [...] Achei um ótimo método de aprendizagem, pois aprendemos no simulador a parte teórica e depois no telescópio a prática.”

Os comentários evidenciam que o contato do aluno com o objeto de estudo, em Astronomia, por meio da observação do corpo celeste, é uma experiência marcante e proporciona sentido ao aprendizado.

Em linhas gerais, podemos concluir com a aplicação desse produto que, apesar de nativos digitais, os alunos não estão acostumados com este formato de aulas online e presenciais. Falta a cultura dessa abordagem para alunos no ensino médio, acarretando a baixa participação dos grupos nas aulas online. Os modelos de rotação, praticados atualmente, nas aulas presenciais, podem funcionar como uma adaptação aos alunos na busca de aulas que alternam os momentos presenciais e *online*.

Justifica-se, portanto, o uso do ensino híbrido neste produto educacional, como uma modalidade que proporciona, principalmente, a interação entre os alunos e o professor nos momentos *online*, propiciando o acolhimento desses jovens durante as tarefas de casa. O uso da tecnologia, nestas atividades, provoca o engajamento desses alunos para a atuação de forma mais ativa no aprendizado.

Como trabalho futuro cabe a investigação do desenvolvimento de aulas *online* com o objetivo de estimular a autonomia e o espírito da pesquisa no aluno. A escola servirá assim como um meio para que o aluno, de forma independente, pratique o aprendizado de forma contínua durante toda a vida.

Como parte do processo da pesquisa-ação, foi realizada uma reflexão sobre a aplicação que resultou na reelaboração do produto educacional. As alterações propostas estão baseadas nas dificuldades e comentários apresentados pelos alunos. A seguir temos um quadro com a compilação dessas alterações.

Quadro 4. Reelaboração do material

Aula	Atividade	Modificação	Motivo
1	Questão 5 do QD: Como podemos usar o que observamos no céu para saber informações sobre os objetos?	Como os astrônomos podem obter informações sobre o tamanho, distância, massa, temperatura de corpos celestes?	A questão reformulada possibilita melhor entendimento da questão.
2	Síntese da história em quadrinhos utilizando um texto colaborativo compartilhado <i>online</i> .	Incluir um material explicativo, no AVA, com as telas e um passo-a-passo sobre a proposta de produção de um texto colaborativo <i>online</i> .	As orientações <i>online</i> , dadas aos alunos, para realização do texto não foram suficientes para compreensão do texto colaborativo.
3	Questão 8 do Caderno de Atividades Leis de Kepler: Existe uma variação muito grande entre a maior e a menor distância para o sistema Terra-Sol?	Incluir no final da questão “Responda comparando o valor percentual de variação de distância entre a maior e menor distância para este sistema.”	Apesar do visual apresentado no simulador, a ordem de grandeza, em milhões de quilômetros geraram dúvidas nos alunos quanto a variação de distância.
3	Questão 13 do Caderno de Atividades Leis de Kepler: Qual relação entre a área e tempo podemos descrever para as órbitas dos planetas?	Incluir no início da questão “Selecione um corpo celeste e aumente a excentricidade até o valor máximo. Identifique os valores de área e tempo de órbita apresentados na tela do simulador”.	Para uma excentricidade baixa os alunos não identificaram diferenças. O simulador traz os parâmetros de tempo e área que devem ser levados em consideração na análise do aluno.
3	Questão 16 do Caderno de Atividades Leis de Kepler: Para planetas mais distantes o que ocorre com o período, ou seja, o tempo que o planeta leva para dar uma volta em torno do Sol? Como podemos escrever uma relação constante entre o período e a distância do planeta ao Sol?	Incluir no final da questão “Calcule os valores de “ p^2 ” e “ a^3 ” para comparação dos valores”.	Os alunos compararam somente o período e a distância sem realizar a operação de potenciação assim não identificaram que os valores, após o cálculo, eram iguais.
3	Fórum – “Podemos afirmar que a ocorrência das estações do ano na Terra deve-se a variação da distância Terra-Sol? Por quê?”	Incluir um <i>link</i> para o simulador “ <i>Basic Coordinates and Seasons</i> ” no fórum da aula 4 - “Leis de Kepler” com orientação para a visualização da relação entre a inclinação do eixo da Terra e as estações do ano.	O fórum foi baseado na observação da órbita da Terra, praticamente circular que, desse modo, não influencia na ocorrência das estações do ano.
6	Caderno de Atividades de atividades Satélites de Júpiter	Aumentar o tempo de duração da atividade em 50 minutos.	No tempo estimado de 1h40 não foi possível finalizar as atividades.

Fonte: Autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. S. **O uso da educação a distância como complemento ao ensino presencial nos cursos de Física do ensino médio. 2015.** 162 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) — Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

AMARO, R.; WELINTON B. S. **Avaliação por pares e metodologias ativas na formação de professores.** 23º Congresso Internacional ABED de Educação a Distância, Paraná, 2017. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2017/trabalhos/pdf/247.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

ARETIO, L. G. **La educación a distancia: de la teoría a la práctica.** Ariel, 2001.

BACICH, L. C. **Implicações da organização da atividade didática com uso de tecnologias digitais na formação de conceitos em uma proposta de Ensino Híbrido. 2016.** 317 f. Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Área de concentração: Psicologia da Aprendizagem, do Desenvolvimento e da Personalidade). Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2016.

_____.; NETO, A. T.; TREVISANI, F. M. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação.** Penso ,Editora, 2015.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2002.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Seção 1, p. 1-9.

_____. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece estabelece as diretrizes diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 de fev. 2017b.

_____. Ministério da Educação. Portaria nº 2.253, de 18 de outubro de 2001. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 de out. 2001.

_____. Ministério da Educação. Portaria nº 4.059, de 10 de dezembro de 2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 de dez, 2004.

_____.Ministério da Educação. Portaria nº 1.134, de 10 de outubro de 2016. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 de out, 2016.

_____. Ministério da Educação. Decreto nº 9.057, de 25 de maio de 2017. Regulamenta o art. 80 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 de mai, 2017a.

_____. Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Básica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, 2002.

BRUNO, A. R.; HESSEL, A. M. G. Os fóruns de discussão como espaços de aprendizagem em ambientes on-line: formando comunidades de gestores. In: **Congresso Internacional de Educação a Distância**, 2007.

CANALLE, J. B. G. O problema do ensino da órbita da Terra. *Física na Escola*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 12–16, 2003.

CARDOSO, T. M. A. Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no Ambiente Escolar. **Revista ITEC**, Osório, v. 3, n. 3, p. 2-6, 2011, dez. 2011.

CASAGRANDE, A. M. **Ensino Híbrido de Física utilizando o MOODLE: um estudo sobre as contribuições educacionais no Ensino Médio**. 2018. Dissertação (Mestrado em Projetos Educacionais de Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2018.

CAVERSAN, R. H. de M. **Explorando o Ensino Híbrido em Física : uma proposta para o ensino de fenômenos ondulatórios utilizando ferramentas multimidiáticas**. 2016. 166 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2016.

CHRISTENSEN, C. M.; HORN, M. B.; STAKER, H. Ensino híbrido: uma inovação disruptiva. **Uma introdução à teoria dos híbridos**, p. 52, 2013. Disponível em: https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/ensino-hibrido_uma-inovacao-disruptiva.pdf. Acesso em: 05 abr. 2018.

CLEVELAND-INNES, M.; WILTON, D. Guide to Blended Learning. 2018. Disponível em: <http://oasis.col.org/handle/11599/3095>. Acesso em: 05 jan. 2019.

COUTINHO, C. P; JUNIOR, J. B. B. Blog e Wiki: os futuros professores e as ferramentas da Web 2.0. 2007. org. – “**SIIE’2007 : actas do Simpósio Internacional de Informática Educativa**, 9, Porto, Portugal, nov. 2007. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7358/1/Com%20SIIE.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2019.

DA SILVA, L. D. **A videoaula no ensino médio como recurso didático pedagógico no contexto da sala de aula invertida**. 2017. 124f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2017.

DE PAULA, E. F. Divulgar Ciência é preciso. **Educação, Ciência e Cultura**, Canoas, v. 18, n. 1, p. 137-140, 2013. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Educacao/article/viewFile/934/875>. Acesso em: 28 set. 2019.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.

DILLENBOURG, P. et al. The evolution of research on collaborative learning. 1995. In: SPADA, E. and REIMAN, P. **Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science**, Elsevier, Oxford, p.189-211, 1995. Disponível em: <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190626>. Acesso em 17 fev. 2019.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “fazer ciência”. **Química nova na escola**, v. 28, p. 32-36, 2008 Disponível em: <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc28/08-RSA-3506.pdf>. Acesso em: 26 mai 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17^a. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, v. 3, p. 36, 1987.

GARRISON, D. R. Three Generations of Technological Innovations. In: **Distance Education**. Distance Education, v. 6, n. 2, p. 235-241, 1985. Disponível em <https://eric.ed.gov/?id=EJ324126>. Acesso em: 07 nov. 2019.

_____; VAUGHAN, N. D. **Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines**. John Wiley & Sons, 2008.

_____; KANUKA, H. Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. **The internet and higher education**, v. 7, n. 2, p. 95-105, 2004.

GRAHAM, C. R.; BONK, C. J. **The handbook of blended learning**. Bloomington: Indiana University, 2005.

HANNON, J.; MACKEN, C. **Blended and online curriculum design toolkit**. La Trobe University. 2014. Disponível em: https://www.latrobe.edu.au/_data/assets/pdf_file/0006/602178/Blended-learning-Toolkit-v4.pdf. Acesso em: 05 mar. 2019.

HETEM JUNIOR, A.; GREGORIO-HETEM, J.; TENÓRIO, M. **Ombros de gigantes - História da Astronomia em Quadrinhos**. São Paulo: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas/USP, 2009. 104p.

JONASSEN, D. O uso das novas tecnologias na educação a distância e a aprendizagem construtivista. **Em Aberto**, Brasília, v. 16, n. 70, 1996. Disponível em: <http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/2082/2051>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

JUNIOR, R. O. B.; CAVALCANTE, P. S., R.; WELINTON B. S. Ensino híbrido: Um estudo sobre as resoluções de Universidades públicas. In: **Congresso ABED, Recife, 2017**. Disponível em <http://www.abed.org.br/congresso2017/trabalhos/pdf/166.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 2, p. 373-399, 2011.

_____. **Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental**. 2004. 240 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências de Bauru, 2004. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/90856>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

_____.; NARDI, R. Dificuldades de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Paulo, n. 2, p. 75-91, 2005. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/60/50>>. Acesso em: 19 fev. 2019.

LAPA, A; PRETTO, N. L. Educação a distância e precarização do trabalho docente. **Em aberto**, Brasília, v. 23, n. 84, p. 79-97, 2010. Disponível em: <http://rbepold.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/download/2263/2230>. Acesso em: 18 ago. 2019.

LÉVY, P. Trad. COSTA, C. I. **Cibercultura**. 1ª. ed. São Paulo, v. 34, p. 264, 1999..

LIMA-JÚNIOR, C. G. et al. Sala de Aula Invertida no Ensino de Química: Planejamento, Aplicação e Avaliação no Ensino Médio. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 3, n. 2, p. 119-145, 2017. Disponível em: <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1787>>. Acesso em 20 mai 2019.

MARICATO, D. T. **Edmodo e suas Potencialidades na Educação como Ambiente Virtual de Aprendizagem**. Monografia de especialização em Mídias na Educação. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – CINTED/UFRGS. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141489/000988475.pdf?sequenc e=1>> . Acesso em: 01 jul. 2016.

MARSCHALL, L. et al. Project CLEA: Contemporary Laboratory Experiences in Astronomy. **International Amateur-Professional Photoelectric Photometry Communications**, v. 53, p. 39, 1993. Disponível em <<http://adsabs.harvard.edu/full/1993IAPPP..53...39M>>. Acesso em: 10 ago. 2019.

MAIA, C.; MATTAR, J. **ABC da EaD: a educação a distância hoje**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

MATTAR, J. **Web 2.0 e redes sociais na educação**. São Paulo: Artesanato Educacional, 2013.

MARTINS, L. C. B. **Implicações da organização da atividade didática com uso de tecnologias digitais na formação de conceitos em uma proposta de Ensino**

Híbrido. 2016. Tese (Doutorado em Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Recife, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a02v24n2.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

MOLINA, N. F. C. **Método multimeios de ensino de física: o ensino híbrido no primeiro ano do ensino médio.** 2016. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2016.

MOORE, M. G.; KEARSLEY, G. Educação a Distância: uma Visão Integrada. trad. **Roberto Galman. São Paulo: Cengage Learning, 2008.**

MORAN, J. M. A educação superior a distância no Brasil. In: SOARES, Maria Susana A. (Org.). **A Educação Superior no Brasil.** Brasília: CAPES - UNESCO, 2002. p. 251-274. Disponível em: http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/educacao_online/eadsup.pdf. Acesso em: 10 abr. 2019.

_____. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção **Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015. Disponível em: < <http://rh.newwp.unis.edu.br/wp-content/uploads/sites/67/2016/06/Mudando-a-Educacao-com-Metodologias-Ativas.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

_____. Metodologias ativas e modelos híbridos na educação. **S. YAEGASHI e outros (Orgs). Novas Tecnologias Digitais: Reflexões sobre mediação, aprendizagem e desenvolvimento.** Curitiba: CRV, p. 23-35, 2017. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2018/03/Metodologias_Ativas.pdf. Acesso em: 10 abr. 2019.

MOURA, R. P. **Ensino híbrido no ensino de eletromagnetismo.** 2018. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física em Rede) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2018.

MOREIRA, M. A. Metodologias de pesquisa em ensino. **São Paulo: Editora Livraria da Física**, v. 83, n. 3322.3222, 2011.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos:** um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS. 2010. 273 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

NASCIMENTO, L. A. D.; CARVALHO, H. R. D.; SILVA, B. V. D. C. A Astronomia historiografia da ciência e os livros didáticos: Uma história mal contada? **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 7, n. 5, p. 40-52, 2016.

NIPPER, S. Third generation distance learning and computer conferencing. *In*: MASON, R.; KAYE, A. (Eds), **Mindweave: Communication, computers and distance education**. Oxford, UK: Permagon Press, 1989. p 63-73.

O'REILLY, T. **What is web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software**. Retrieved March, 2005. Disponível em <https://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html?>. Acesso em: 07 nov. 2019.

OLIVEIRA, C.; MOURA, S. P.; SOUSA, E. R. TIC'S na educação: A utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. **Pedagogia em Ação**, v. 7, n. 1, p. 75–95, 2015.

PAVÃO, A. C. Ensinar ciências fazendo ciência. **Quanta**, 2008. Disponível em <<https://bit.ly/2NlcjkC>>. Acesso em: 03 jun 2019.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. Astronomia e Astrofísica. **São Paulo Editora Livraria da Física**, 2004.

PEREIRA, R. P de M. **O uso de NTICs no ensino-aprendizagem de química no IFRN**. 2017. 100 p. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros, 2017.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. Por que os alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada. *In*: _____. **Aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**, p. 14-28, 2009.

ROCKEMBACH, G. R.; GARRÉ, B. H. O WhatsApp e os novos modos de aprender dos Jovens na atualidade. **Revista Thema**, v. 15, n. 4, p. 1404-1413, 2018.

ROMISZOWSKI, A. J. Editorial. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, v. 1, n. 2, 2002.

PRENSKY, M. **Nativos Digitais, Imigrantes Digitais**. Tradução de Roberta de Moraes Jesus de Souza. On the Horizon. NCB University Press, v. 9, n. 5, 2001. Disponível em < Disponível em: <<http://crisgorete.pbworks.com/w/file/attach/58325978/Nativos.pdf>>. Acesso em 6 jun. 2018.

SALEHI, M.; DARYABAR, B. Self-and peer assessment of oral presentations: Investigating correlations and attitudes. **English for Specific Purposes World**, v. 15, n. 42, p. 1-12, 2014.

SANTOS, A. C.; NICOLETE, P. C.; MATTIOLA, N.; SILVA, J. B. Ensino Híbrido: Relato de Experiência sobre o uso de AVEA em uma proposta de Sala de Aula Invertida para o Ensino Médio. **Revista Renote: Novas Tecnologias na Educação**, v. 15, n. 2, p. 1-10, 2017.

SANTOS, F. S. B. Rede social educacional Edmodo: Uma intervenção no ensino de ciências com alunos do fundamental II em escola de Iporá-GO. **SIED: EnPED-**

Simpósio Internacional de Educação a Distância e Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância, 2016.

SANTOS, R. E. Aplicações da história em quadrinhos. **Comunicação & Educação**, n. 22, p. 46-51, 2001.

SERBIM, F. B. N. **Ensino de soluções químicas em rotação por estações: aprendizagem ativa mediada pelo uso das tecnologias digitais**. 2018. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Educação, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.

STEINERT, M. E. P.; HARDOIM, E. L. Rotação por estações na escola pública: limites e possibilidades em uma aula de biologia. **Ensino em Foco**, v. 2, n. 4, p. 11-24, 2019.

TAIT, A.; MILLS, R. **The convergence between conventional and distance education**. 1999.

TORI, R. Métricas para uma Educação sem Distância. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 10, n. 2-2002, 2002.

_____. **Tecnologias interativas na redução de distância em educação: taxonomia da mídia e linguagem de modelagem**. 2003. 118 f. Tese (Livre Docência) –Departamento de Engenharia, de Computação e Sistemas Digitais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

_____. Cursos híbridos ou blended learning. In: LITTO, F. M.; FORMIGA, M.M.M. **Educação a distância: o estado da arte**, v. 1, cap. 17, p. 121-128, 2009.

_____. **Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de Distâncias em ensino e aprendizagem**. São Paulo : Editora Senac São Paulo, 2010.

_____.; FERREIRA, M. A. G. V. “Educação sem distância em cursos de informática”. In: VII Workshop sobre Educação em Informática - WEI 99. Rio de Janeiro, 25 a 27 ago. 1999, **Anais**, p. 581-90.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005. Disponível em: <<http://w.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3>>. Acesso em 05 abr 2019.

SCHIEHL, E. P.; GASPARINI, I.. Modelos de ensino híbrido: Um mapeamento sistemático da literatura. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2017. p. 1.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

ENSINO HÍBRIDO: UMA PROPOSTA PARA A ABORDAGEM DAS LEIS DE KEPLER NO ENSINO MÉDIO

Elaboração: Emerson José Dias de Araujo
Orientação: Prof^a. Dr^a. Elysandra Figueredo Cypriano

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS

**ENSINO HÍBRIDO: UMA PROPOSTA PARA A ABORDAGEM DAS LEIS DE
KEPLER NO ENSINO MÉDIO**

Este produto educacional é parte da dissertação “Ensino Híbrido: Uma proposta para a abordagem das Leis de Kepler no Ensino Médio”, apresentada ao Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino.

Elaboração: Emerson José Dias de Araujo.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a Elysandra Figueredo Cypriano.

**SÃO PAULO
2019**

Sumário

APRESENTAÇÃO.....	114
ESTRUTURA DE ATIVIDADES.....	115
BLOCOS TEMÁTICOS E AULAS.....	116
PLANO DE AULA 1 – APRESENTAÇÃO.....	117
AULA 1. APRESENTAÇÃO.....	118
AULA 1. QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO.....	120
PLANO DE AULA 2 – CONTEXTO HISTÓRICO.....	121
AULA 2. QUESTIONÁRIO – OMBROS DE GIGANTES.....	122
AULA 2. FÓRUM – OMBROS DE GIGANTES.....	125
AULA 2. TEXTO COLABORATIVO – ORIENTAÇÕES.....	126
AULA 2. AVALIAÇÃO POR PARES – OMBROS DE GIGANTES.....	128
PLANO DE AULA 3 – LEIS DE KEPLER.....	129
AULA 3. CADERNOS DE ATIVIDADES – LEIS DE KEPLER.....	130
AULA 3. FÓRUM – LEIS DE KEPLER.....	135
PLANO DE AULA 4 – GRAVITAÇÃO.....	136
AULA 4. VIDEOAULA – GRAVITAÇÃO.....	137
AULA 4. QUESTIONÁRIO – GRAVITAÇÃO.....	138
AULA 4. FÓRUM – GRAVITAÇÃO.....	139
PLANO DE AULA 5 – ATIVIDADE DE CAMPO.....	140
AULA 5. PROBLEMATIZAÇÃO.....	141
PLANO DE AULA 6 – SATÉLITES DE JÚPITER.....	142
AULA 6. CADERNO DE ATIVIDADES – SATÉLITES DE JÚPITER.....	143
AULA 6. QUESTIONÁRIO FINAL.....	144
GABARITO.....	148

APRESENTAÇÃO

Caro professor,

Este produto educacional foi elaborado para o desenvolvimento das “Leis de Kepler” e a “Gravitação Universal” tratados no Ensino Médio, conforme sugestão apresentada nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) pertinentes ao tema estruturador “Terra, Universo e Vida”.

Este material traz uma proposta inovadora para a abordagem destes temas, com aulas e atividades planejadas para aplicação do ensino híbrido, uma modalidade que combina aulas presenciais e online, envolvendo práticas pedagógicas não tradicionais e os recursos tecnológicos do Ensino a Distância.

O assunto é dividido em blocos que envolvem a contextualização histórica sobre as Leis de Kepler e a Gravitação, o desenvolvimento do conteúdo e a aplicação com o uso da metodologia científica.

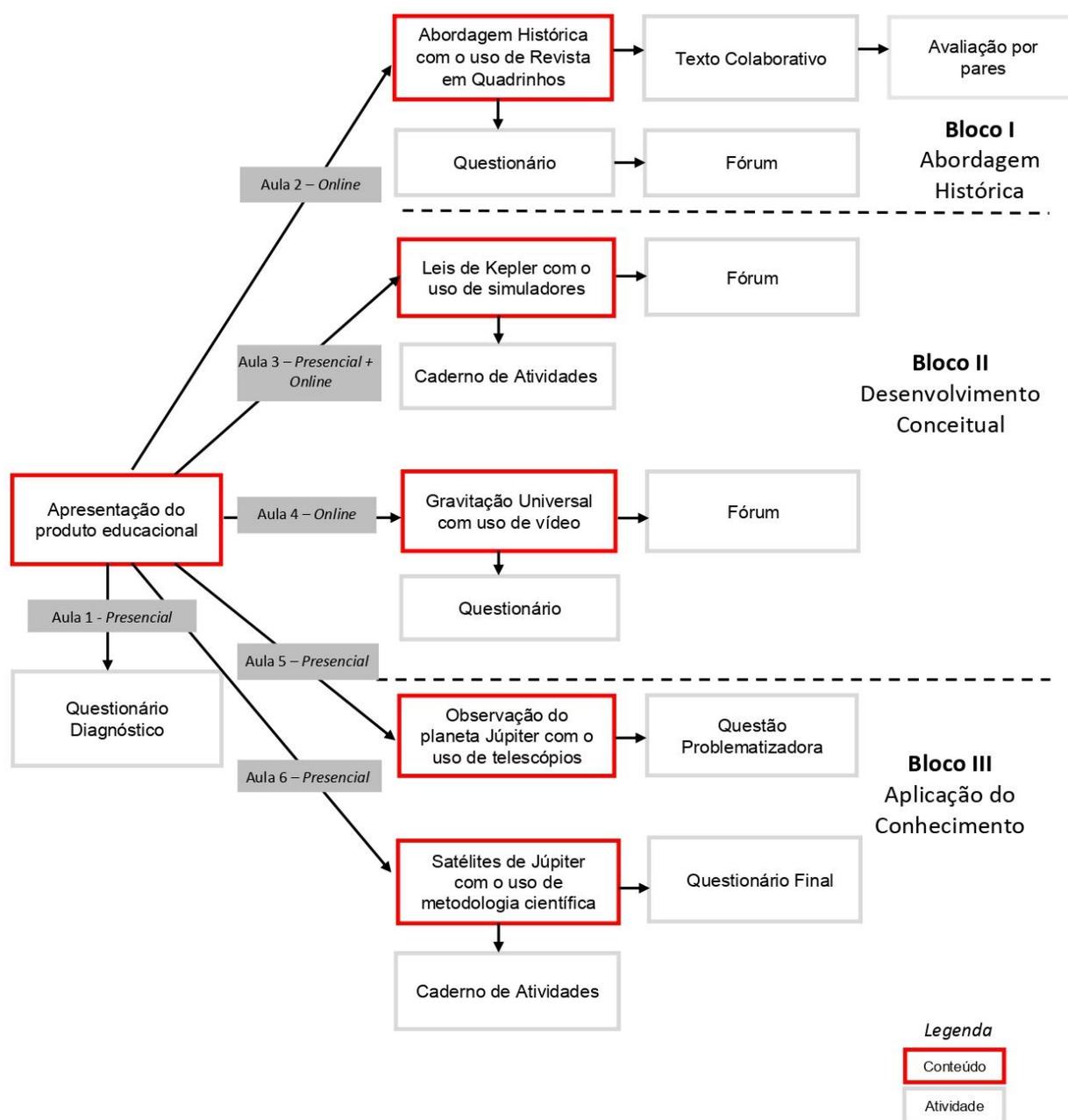
O objetivo é propor aulas dialógicas e mais interessantes aos jovens estudantes no Ensino Médio, na faixa etária entre 15 e 17 anos, que gostam da tecnologia e aprendem continuamente através das mídias digitais.

A seguir são apresentadas as aulas, as sugestões de atividades e avaliações para aplicação deste produto educacional.

ESTRUTURA DE ATIVIDADES

Para facilitar a visualização e apresentação do produto educacional foi criado uma estrutura das atividades, conforme figura 1, dividida em blocos temáticos.

Figura 1. Estrutura das Atividades



Fonte: Autor

BLOCOS TEMÁTICOS E AULAS

Os conteúdos desenvolvidos para este produto foram agrupados em blocos temáticos para uma melhor organização e caracterização dos objetivos propostos. A seguir são apresentados esses blocos:

Bloco I – Abordagem Histórica: traz a contextualização histórica sobre a Astronomia abordada pelos gregos e os estudiosos Johannes Kepler, Galileu e Newton com o uso de uma revista em quadrinhos. Este bloco é composto por duas aulas, sendo a primeira a apresentação do material aos alunos com o suporte de uma apresentação digital e uma aula online para leitura e discussão da história em quadrinhos.

Bloco II – Desenvolvimento conceitual: compreende a descrição das órbitas planetárias enunciadas por Kepler e as interações gravitacionais desenvolvidas por Newton. Neste bloco temos duas aulas, uma presencial com o uso de simuladores para compreensão das Leis de Kepler e uma online com uma videoaula para o estudo da Gravitação Universal.

Bloco III – Aplicação do conhecimento: proporciona ao aluno a articulação dos conhecimentos adquiridos para a resolução de uma situação-problema envolvendo a aplicação da metodologia científica. Neste bloco os alunos realizam uma atividade de campo com a observação noturna do céu e a problematização a partir da observação do planeta Júpiter e seus satélites, com aplicação da metodologia científica. O aluno aplica o conhecimento por meio da investigação, experimentação, discussão e análise de resultados.

Cada aula é apresentada por meio de um Plano de Aula que contém o formato, duração, objetivos e conteúdo e a descrição das aulas. O objetivo dos planos de aula é fornecer todas as orientações necessárias para aplicação deste material.

Todas as atividades descritas nos Planos de Aula, indicadas como Apêndices, estão disponíveis neste produto educacional e relacionadas no sumário.

APÊNDICE A.1

PLANO DE AULA 1 – APRESENTAÇÃO

Tema	Aula 1 – Apresentação do Produto Educacional
Formato	Presencial
Duração - Total	50 min
Objetivos	Apresentação do material para o aluno, formato das aulas e avaliações
Conteúdo (s)	Produto educacional

Desenvolvimento			
Apresentação dos conteúdos e atividades (Apêndice A.1.1)	Descrição:	Realizar a explanação do produto educacional conforme Apêndice A.1.1 – Apresentação dos conteúdos e atividades.pptx.	Espaço: Na escola Tempo estimado: 20min Formato: Individual
	Papel do Professor:	Enfatizar a importância da participação do aluno, individual e coletiva, seu papel durante o processo de ensino-aprendizagem e os objetivos do estudo proposto. Publicar a apresentação no AVA Edmodo.	
	Papel do Aluno:	Mostrar comprometimento e disponibilidade para o estudo, presencial e <i>online</i> .	
Apresentação do AVA	Descrição:	Apresentar o AVA Edmodo (www.edmodo.com), cadastrar os alunos no ambiente e formar os pequenos grupos com 2 ou 3 alunos.	Espaço: Na escola Tempo estimado: 10min Formato: Individual/grupo
	Papel do Professor:	Realizar o cadastro como professor no AVA Edmodo, disponível no endereço www.edmodo.com . Abrir uma turma na sala de aula virtual e fornecer o código de acesso para os alunos. Realizar o cadastro dos grupos na área “Pequenos grupos”.	
	Papel do Aluno:	Realizar o cadastro como aluno no AVA Edmodo (www.edmodo.com) inserindo o código fornecido pelo professor. Formar e eleger um nome para o grupo para cadastro, pelo professor, na plataforma.	
Questionário Diagnóstico – presencial (Apêndice A.1.2)	Descrição:	Aplicar o questionário diagnóstico (QD) conforme Apêndice A.1.2.	Espaço: Na escola Tempo estimado: 10min Formato: Individual
	Papel do Professor:	Disponibilizar o questionário na área “Tarefas” do AVA Edmodo.	
	Papel do Aluno:	Acessar e responder o QD disponibilizado no AVA Edmodo.	
Entrega do material	Descrição:	Entregar a Revista em Quadrinhos “Ombros de Gigantes” ⁴⁵ e orientar os alunos sobre as atividades da aula 2 - Online.	Espaço: Na escola Tempo estimado: 10min Formato: Grupo
	Papel do Professor:	Orientar os alunos sobre a leitura e acesso ao AVA <i>Edmodo</i> , durante a semana, para realização das atividades online.	
	Papel do Aluno:	Realizar a leitura da História em Quadrinhos e acessar o AVA, durante a semana.	
Personalização:	O professor poderá direcionar as atividades propostas durante as aulas baseado nos conhecimentos prévios dos alunos identificados no questionário diagnóstico.		
Recursos Necessários:	Acesso ao computador e <i>internet</i> .		
Avaliação:	Questionário diagnóstico: Nota de participação na atividade - 10 pontos.		

Fonte: Autor

⁴⁵ A HQ pode ser adquirida através da Editora Devir, disponível no endereço <https://empresas.devir.com.br/>. Acesso em 21-11-2019.

APÊNDICE A.1.1

AULA 1. APRESENTAÇÃO



- Objetivos
- Ensino Híbrido
- Cronograma de Atividades
- Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)
- Avaliações



Objetivos

- Compreender a construção do conhecimento científico;
- Descrever o desenvolvimento das leis sobre as órbitas planetárias e a Lei da Gravitação Universal utilizando recursos digitais;
- Estimular a problematização a partir da prática observacional;
- Promover a aplicação do conhecimento;
- Aplicação da metodologia científica.



Ensino Híbrido

- Combina o ensino presencial com o ensino online, aproveitando as potencialidades destes dois momentos.
- Utiliza as diversas ferramentas e recursos tecnológicos da Web para o aprendizado.
- Aulas presenciais dialógicas e mediadas pelo professor.
- Aulas online com o uso de Ambiente Virtual de Aprendizagem.



Cronograma de Atividades

Aula	Data	Atividade	Formato
1		Apresentação	Presencial - Lab. de Informática
2		Contexto Histórico	Online
3		Leis de Kepler	Presencial - Lab. de Informática + Online
4		Observação noturna do céu	Atividade de Campo
5		Gravitação Universal	Online
6		Revolução dos satélites de Júpiter	Presencial - Lab. de Informática + Online

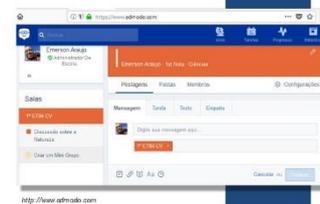
Tabela 1. Cronograma de Atividades

Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)

Os materiais e a realização das atividades online como fóruns, testes e produção de textos são viabilizados através de um ambiente virtual de aprendizagem disponível no endereço:

www.edmodo.com

O acesso para a sala de aula virtual é realizado após um cadastro e a inserção do código de acesso, fornecido pelo professor.



Avaliações

As avaliações são realizadas de forma contínua, a cada aula.

Nesta aula é aplicada um questionário diagnóstico para levantamento dos conhecimentos prévios.

Aula 2. Contexto Histórico

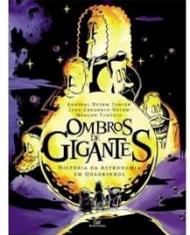
Formato da aula: Online

O conhecimento sobre o Universo é desenvolvido usando a história em quadrinhos "Ombros de Gigantes" que trata das discussões e ideias entre os seguintes personagens:

- Gregos
- Kepler
- Galileu
- Newton

Esta atividade é online, composta por:

- Questionário sobre os quadrinhos – 2 pontos;
- Fórum de discussões – 3 pontos;
- Entrega do texto – 2 pontos;
- Avaliação por pares – 3 pontos.



<http://empresas.observ.com.br>

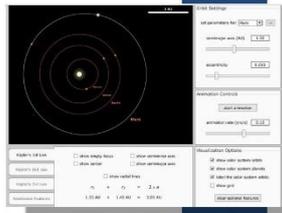
Aula 3. Leis de Kepler

Formato da aula: Presencial + Online

Compreenda as Leis de Kepler utilizando um simulador dos movimentos planetários.

Esta aula é composta por dois momentos:

- Presencial, no laboratório de informática, com o uso de um caderno de atividades – 6 pontos.
- Online, com a publicação de um fórum de discussões – 4 pontos.



Fonte: <http://astro.uni.edu/keppos/simulators/Kepler3/>

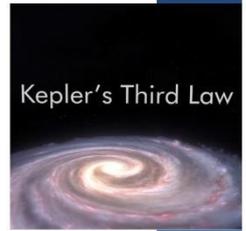
Aula 4. Gravitação Universal

Formato da aula: Online

Através de uma videoaula temos a dedução da Terceira Lei de Kepler, a partir da Lei da Gravitação Universal de Newton.

Esta aula é online composta por:

- Questionário – 6 pontos.
- Fórum – 4 pontos.



<https://www.youtube.com/watch?v=K2X0p4m1Y8>

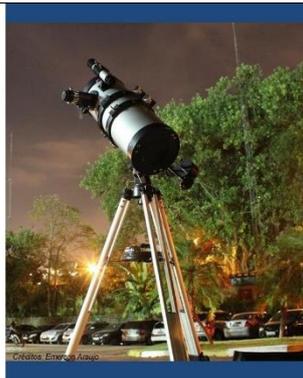
Aula 5. Observação noturna do céu

Formato da aula: Atividade de campo

Vamos observar o céu com a ajuda de um telescópio, reconhecer Júpiter e seus satélites, além de outros planetas e constelações.

Esta atividade é presencial, em campo, composta por:

- Observação com telescópio – 10 pontos.



Créditos: Emerson Araújo

Aula 6. Revolução dos satélites de Júpiter

A partir da observação de Júpiter e os satélites cobcamos o seguinte questionamento: É possível, a partir da observação, extrair alguma informação física do planeta?

Esta atividade é presencial, no laboratório de informática, composta por:

- Caderno de Atividades – 6 pontos
- Questionário Final – 4 pontos



Créditos: Emerson Araújo

AULA 1. QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Apêndice A.1.2

Nome:

1) Qual era importância da astronomia no passado? E atualmente? Como ocorre o desenvolvimento dessa ciência?

.....

2) Você conhece algum modelo para a descrição das órbitas dos planetas? Se sim, explique esses modelos.

.....

3) Você observa o céu? O que costuma observar?

.....

4) Você já usou um telescópio para a observação do céu? Como foi a sua experiência?

.....

5) Como os astrônomos podem obter informações sobre o tamanho, distância, massa, temperatura de corpos celestes?

.....

6) Descreva as três Leis de Kepler para o movimento planetário.

.....

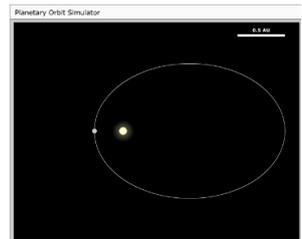
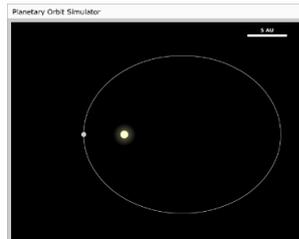
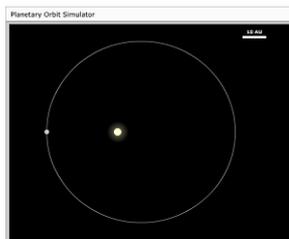
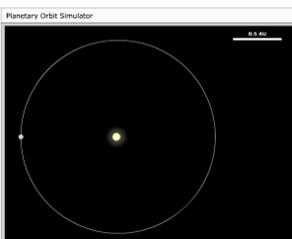
7) Assinale a alternativa que melhor representa a órbita da Terra em torno do Sol (Obs.: a imagem não tem o efeito de perspectiva, ou seja, a órbita é vista “de cima”).

a) ()

b) ()

c) ()

d) ()



PLANO DE AULA 2 – CONTEXTO HISTÓRICO

Tema	Aula 2 – Contexto Histórico
Formato	Online
Duração - Total	2h20min
Objetivo	Compreender o desenvolvimento da Astronomia e a construção do conhecimento científico.
Conteúdo (s)	Contexto Histórico sobre a Astronomia abordada na antiguidade, pelos gregos e os estudiosos Johannes Kepler, Galileu Galilei e Isaac Newton.

Desenvolvimento			
Leitura da HQ	Descrição:	Solicitar a leitura da história em quadrinhos (HQ) “Ombros de Gigantes”.	Espaço: Em casa
	Papel do Professor:	Orientar os alunos sobre a leitura da HQ. Planejar e publicar, no AVA, as datas em que serão realizadas as atividades da aula online.	Tempo estimado: 60min
	Papel do Aluno:	Leitura da revista em quadrinhos.	Formato: Individual
Questionário – online (Apêndice A.2.1)	Descrição:	Publicar o questionário para verificação de leitura da HQ conforme Apêndice A.2.1.	Espaço: Em casa Tempo estimado: 10min Formato: Individual
	Papel do Professor:	Cadastrar as questões na área “Teste” do AVA.	
	Papel do Aluno:	O aluno deve acessar e responder o questionário disponível na área “Teste”.	
	Papel do Aluno:	O grupo deve avaliar o texto seguindo os critérios pré-definidos no Apêndice A.2.4 – Avaliação por pares.	
Fórum – online (Apêndice A.2.2)	Descrição:	Abrir um fórum no AVA Edmodo conforme Apêndice A.2.2.	Espaço: Em casa Tempo estimado: 10min Formato: Individual
	Papel do Professor:	Publicar o fórum na área pública do AVA Edmodo. Mediar os comentários deixados pelos alunos.	
	Papel do Aluno:	Acessar o fórum no AVA e deixar a opinião sobre o tema publicado.	
Texto colaborativo – online (Apêndice A.2.3)	Descrição:	Produção de um texto colaborativo sobre um capítulo HQ conforme Apêndice A.2.3.	Espaço: Em casa Tempo estimado: 30min Formato: Em grupo
	Papel do Professor:	Disponibilizar um texto compartilhado na área “Tarefas” do pequeno grupo, com o capítulo escolhido pelo grupo.	
	Papel do Aluno:	O grupo escreve um resumo, na forma de um texto colaborativo, sobre um capítulo da HQ.	
Avaliação por pares – online (Apêndice A.2.4)	Descrição:	Avaliação dos textos produzidos, pelos próprios alunos, utilizando a avaliação por pares conforme Apêndice A.2.4.	Espaço: Em casa Tempo estimado: 30min Formato: Em grupo
	Papel do Professor:	Baixar os textos colaborativos produzidos <i>online</i> , retirar os nomes e enviar três textos para cada grupo.	
	Papel do Aluno:	O grupo deve avaliar o texto seguindo os critérios pré-definidos no Apêndice A.2.4 – Avaliação por pares.	
Personalização	Os alunos podem apresentar suas dúvidas para o professor e/ou colegas.		
Recursos Necessários	Acesso ao computador e à <i>Internet</i> ; AVA <i>Edmodo</i> ; HQ “Ombros de Gigantes”.		
Avaliação	Questionário sobre a HQ - 2 pontos; Fórum de discussões – 3 pontos; Entrega do texto colaborativo – 2 pontos; Avaliação dos pares – 3 pontos.		

Fonte: Autor

AULA 2. QUESTIONÁRIO – OMBROS DE GIGANTES*Apêndice A.2.1*

Nome: _____

Assinale a alternativa correta:

1) **Aristarco de Samos comenta com Eratóstenes sobre a observação de uma nova estrela que apareceu na constelação de Cetus. Por que este era um fato extraordinário para a época?**

- a. () O surgimento de novas galáxias era um fenômeno raro.
- b. () Este fenômeno sempre atraía muitos observadores do céu.
- c. () Porque não condizia com a teoria que a esfera das estrelas era perfeita e inalterável.
- d. () Porque seria necessário alterar os mapas do céu criadas nesta época.
- e. () Porque questionava a teoria geocêntrica.

2) **Qual a conclusão que os filósofos gregos chegaram ao constatar que, no mesmo dia e horário, duas sombras projetadas no solo em locais diferentes tinham tamanhos diferentes?**

- a. () A Terra tem a forma achatada.
- b. () O Sol não emite luz de maneira uniforme.
- c. () A Lua tem influência na luz emitida pelo Sol.
- d. () A Terra é redonda.
- e. () Não é possível chegar a conclusões com este fato.

3) **Para realizar a observação do Sol, Galileu Galilei, utilizou um anteparo. O que Galileu conseguiu verificar com esta observação?**

- a. () Verificou o movimento de translação do Sol.
- b. () Observou ondas de calor emitidas pelo Sol.
- c. () A distância Terra-Sol.
- d. () O movimento de translação do Sol.
- e. () As manchas solares e a rotação do Sol.

4) **Ao observar Júpiter, Galileu verificou que três pequenas "estrelas" próximas ao planeta mudavam de posição com o decorrer dos dias. Galileu conclui que:**

- a. () Existiam pequenos "planetóides" orbitando Júpiter.
- b. () Existiam pequenos "planetóides" que estavam parados acompanhando Júpiter.
- c. () As estrelas de fundo, em relação à Júpiter, mudavam de posição.
- d. () Novas estrelas estavam sendo observadas próximas à Júpiter.
- e. () Júpiter pertencia ao aglomerado de estrelas daquela região.

5) Por que a observação das montanhas e irregularidades da superfície lunar contrariava as concepções sobre o cosmos, defendidas pelo poder vigente, na época de Galileu?

- a. () O poder vigente não admitia a observação do céu.
- b. () A igreja defendia que a esfera acima da Terra, o mundo superlunar, era imperfeita.
- c. () A igreja defendia que a esfera acima da Terra, incluindo a Lua, era perfeita e imutável.
- d. () A igreja adotava o modelo heliocêntrico em que a Lua deveria ser perfeita.
- e. () A cidade em que vivia Galileu pregava o geocentrismo.

6) Indique o modelo de Universo defendido no livro "Sobre as revoluções das esferas celeste" de Nicolau Copérnico.

- a. () O modelo geocêntrico com a Terra no centro do Universo.
- b. () O modelo geocêntrico com o Sol no centro do Universo.
- c. () O modelo heliocêntrico com a Terra no centro do Universo.
- d. () O modelo heliocêntrico com o Sol no centro do Universo.
- e. () O modelo tychonico com a Terra no centro do Universo mas os planetas giram em torno do Sol.

7) Kepler decidiu, após a morte de Tycho Brahe:

- a. () Abandonar a carreira de astrônomo e se mudar para Praga.
- b. () Continuar o seu trabalho mesmo sem os dados completos das observações de Marte.
- c. () Viajar para Praga e, utilizando principalmente as observações de Marte, descrever as órbitas dos planetas.
- d. () Viajar para Praga e com os dados de Tycho Brahe descrever o modelo geocêntrico.
- e. () Abandonar a sua carreira deixando todas as contribuições de Tycho Brahe para Galileu Galilei.

8) Segundo Kepler, como são descritas as órbitas dos planetas?

- a. () Órbitas elípticas.
- b. () Órbitas circulares.
- c. () Órbitas hiperbólicas.
- d. () Órbitas abertas.
- e. () Órbitas em torno da Lua.

9) Para Isaac Newton quem é o responsável pelo movimento dos planetas?

- a. () Uma força exercida pela Terra.
- b. () Uma força exercida pela Lua.
- c. () Uma força exercida por sondas.
- d. () Uma força exercida pelo Sol.
- e. () Uma força exercida pelos planetas.

10) Newton e Huygens discutem sobre os trabalhos que desenvolveram em óptica. As divergências encontradas nestes trabalhos:

- a. () provam que Huygens estava correto ao afirmar a propriedade ondulatória da luz.
- b. () provam que Newton estava correto ao afirmar a propriedade corpuscular da luz.
- c. () chegam as mesmas conclusões e explicam os mesmos fenômenos.
- d. () não permitem chegar a conclusões válidas sobre a luz.
- e. () chegam as mesmas conclusões mas não explicam os mesmos fenômenos ópticos.

TEMA 1

Objetivo: Mostrar as controvérsias na ciência e as discussões para construção do conhecimento.

Os estudiosos da história em quadrinhos trazem os estudos e conhecimentos adquiridos ao longo do tempo, em ordem cronológica, mostrando como as ideias evoluíram. Podemos afirmar que a ciência, desde a Antiguidade até os tempos atuais, foi construída de maneira linear e assertiva ou com erros e acertos? Resgate do texto os momentos de discussões comentando a importância de uma determinada ideia ou teoria e como podemos trazer argumentos para defendê-la.

TEMA 2

Objetivo: Discutir os fatores internos e externos na construção do conhecimento.

A cada geração o texto traz a busca do homem pela explicação dos enigmas da natureza, realizando observações e discussões acerca dos fenômenos. Na Grécia houveram várias propostas ao longo dos séculos para aquilo que acontecia no céu. Escolha uma teoria ou conclusão da Antiguidade e comente como ela interferiu nos estudos durante o Renascimento. Como foi possível, durante o Renascimento, validá-la ou invalidá-la?

TEMA 3

Objetivo: Destacar a construção coletiva da ciência.

Na história em quadrinhos temos alguns personagens que se destacam nos estudos da Ciência com propostas e teorias. É possível identificar, dado um personagem, pessoas ou grupos que fatores foram importantes para o desenvolvimento das ideias propostas? Quais foram e como isso ocorreu?

ORIENTAÇÕES

Objetivo

Proporcionar maior reflexão e compreensão do desenvolvimento da Astronomia no seu aspecto histórico.

Atividade

Escreva uma resenha crítica, com no máximo 20 linhas, sobre um capítulo pré-definido da HQ “Ombros de Gigantes”. Utilize um editor de texto online para que possa, de forma colaborativa, redigir o texto e compartilhá-lo com os colegas do grupo.

Desenvolvimento

Apresente o capítulo contando sobre os personagens envolvidos, época e contexto do local. Descreva os fatos ocorridos e o desenvolvimento da história de forma resumida. Na última parte da resenha dê sua opinião sobre os fatos, argumente apresentando os pontos positivos, negativos e a importância dos estudos apresentados no texto.

AULA 2. AVALIAÇÃO POR PARES – OMBROS DE GIGANTES

Apêndice A.2.4

Objetivo

Analisar e avaliar o texto produzido, a partir da avaliação por pares propiciando, aos alunos, maior reflexão e compreensão sobre o desenvolvimento da Astronomia.

Desenvolvimento

- 1) Cada grupo desenvolve uma resenha crítica, com no máximo 20 linhas, sobre um capítulo pré-definido da História em quadrinhos “Ombros de Gigantes” em um editor de texto online de maneira colaborativa.
- 2) O professor envia três trabalhos, para cada grupo, de forma anônima.
- 3) Cada grupo deve analisar os textos, segundo os critérios listados abaixo, atribuir uma nota e deixar seu comentário no quadro, conforme modelo apresentado no quadro 2.

Critérios

		Pontuação
Apresentação	Verificação das informações descritas sobre os personagens envolvidos, a época em que ocorrem os fatos e contexto da época.	3
Desenvolvimento	Descrição e narração dos fatos ocorridos e o desenvolvimento da história de forma resumida e coerente.	3
Conclusões	Opinião sobre os fatos ocorridos e argumentação sobre a importância dos estudos apresentados no texto.	4

Quadro 5. Critérios

Nota

<i>Nome do Grupo:</i>		
	<i>Comentários</i>	<i>Pontuação</i>
Apresentação		
Desenvolvimento		
Conclusões		

Quadro 2. Modelo

APÊNDICE A.3

PLANO DE AULA 3 – LEIS DE KEPLER

Tema	Aula 3 - Leis de Kepler
Formato	Presencial + Online
Duração - Total	2h
Objetivos	Compreender os conceitos e as relações matemáticas que envolvem as órbitas planetárias.
Conteúdo (s)	Elipses e as Leis de Kepler.

Desenvolvimento			
Caderno de Atividades – Leis de Kepler (Apêndice A.3.1)	Descrição:	Aplicação do Caderno de Atividades – Leis de Kepler conforme Apêndice A.3.1.	Espaço: Na escola Tempo estimado: 1h40min Formato: Em grupo
	Papel do Professor:	Publicar o “Caderno de atividades: Leis de Kepler” na área “Tarefas” ou entregar uma versão impressa aos grupos.	
	Papel do Aluno:	Em grupo, os alunos devem responder as questões discutindo os conceitos abordados durante as simulações.	
Fórum – online (Apêndice A.3.2)	Descrição:	Abrir um fórum no AVA Edmodo conforme Apêndice A.3.2.	Espaço: Em casa Tempo estimado: 20min Formato: Individual
	Papel do Professor:	Publicar o fórum na área pública do AVA Edmodo. Mediar os comentários publicados pelos alunos.	
	Papel do Aluno:	Acessar o fórum no AVA e deixar a opinião sobre o tema publicado.	
Personalização	Os alunos podem repetir as simulações no computador para melhor compreensão do fenômeno. O professor deve analisar as respostas do grupo nos roteiros e realizar as orientações necessárias aos alunos.		
Recursos Necessários	Acesso ao computador e à <i>Internet</i> ; Acesso ao AVA Edmodo.		
Avaliação	Caderno de atividades – 6 pontos; Fórum – 4 pontos.		

Fonte: Autor

Objetivos

- Compreender a descrição matemática para o movimento dos planetas.
- Conhecer a excentricidade dos planetas.
- Entender a relação entre a distância, tempo e área varrida pelo planeta durante a sua trajetória.

Roteiro

Este roteiro de atividades está dividido em 4 partes: Elipses, Lei das Órbitas, Lei das Áreas e a Lei dos Períodos estudadas por Johannes Kepler. Cada parte traz questões que são respondidas com o auxílio do simulador de elipses, disponível no endereço:

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/renaissance/ellipsoidemo.html> e com o simulador “Planetary Orbit Simulator”, da Universidade de Nebraska, disponível no endereço <http://astro.unl.edu/naap/pos/animations/kepler.html>

Introdução

Parte I - Elipses

No percurso da história observamos que os estudos de Johannes Kepler (1571-1630) provocaram o auge da revolução científica, iniciada por Copérnico, ao propor uma teoria heliocêntrica apoiada na órbita perfeita, o círculo. Kepler, mesmo contrariando as bases filosóficas gregas da perfeição e, baseado nas observações deixadas por Tycho Brahe, concluiu que a órbita descrita pelos planetas é uma elipse.

Para entender melhor a característica das elipses realize as tarefas e responda as questões propostas.

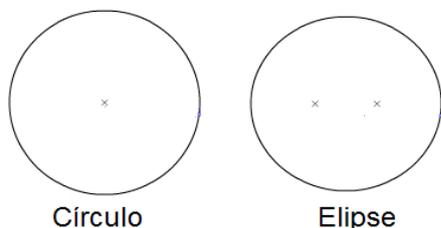


Figura 1. Formas Geométricas.

Fonte: <http://astro.unl.edu/classaction/animations/renaissance/ellipsoidemo.html>

Atividade I

Acesse o simulador de elipses no endereço:

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/renaissance/ellipsoidemo.html>

Você visualizará a figura abaixo:

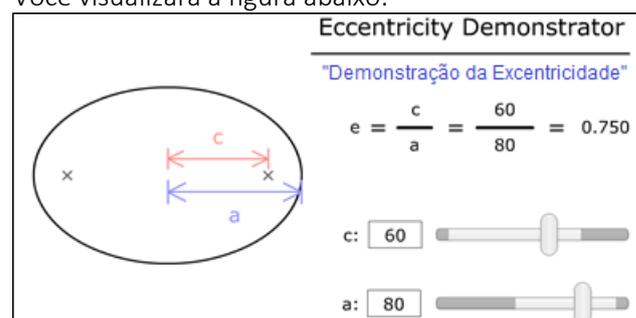


Figura 2. Simulador de elipses.

Utilizando as barras deslizantes ao lado das caixas “c” e “a” selecione os valores: “0” para a medida “c” e “40” para a medida “a”

- 1) Nesta situação qual o valor obtido, ou seja, qual é a excentricidade (e) da figura?

Como chamamos esta figura geométrica?

Excentricidade: _____

Figura geométrica: _____

- 2) Agora altere os valores da seguinte maneira:

2a. Mude somente o valor da medida “c” para “10” deixando o valor da medida “a” em “40”. Anote o valor da excentricidade da figura. $e = \underline{\hspace{2cm}}$.

2b. Mude o valor de “c” para “20” deixando o valor da medida “a” em “40”. Anote novamente a excentricidade obtida com as medidas. $e = \underline{\hspace{2cm}}$.

2c. Compare as excentricidades em 2a. e 2b. Qual elipse apresenta maior “achatamento”? R: _____.

Acesse o simulador das Órbitas Planetárias no endereço:

<http://astro.unl.edu/naap/pos/animations/kepler.html>

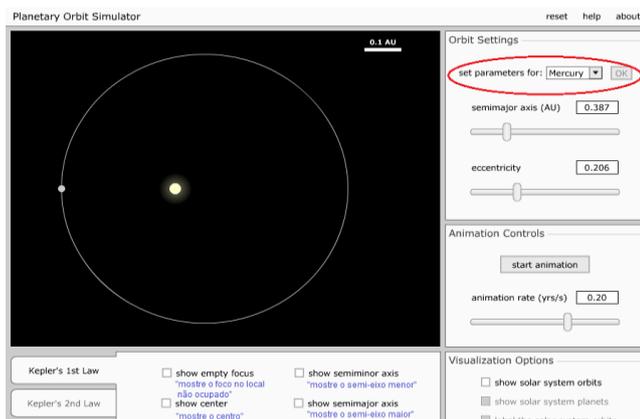


Figura 3. Planetary Orbit Simulator

Na aba “Kepler’s 1st Law” (1ª Lei de Kepler), vá até a caixa “set parameters for” (parâmetros) e escolha o planeta “Mercury” (Mercúrio). Clique em ok. Marque a caixas “show empty focus”, “show semimajor axis”, “show center” e “show semimajor axis”.

Comparando o simulador de elipses (figura 2) e o simulador de órbitas planetárias (figura 3) e responda:

- 3) Qual nome é dado à medida “a” da figura geométrica apresentada?

Parte II - 1ª Lei de Kepler

Introdução

Agora vamos estudar o comportamento da órbita dos planetas em torno do Sol usando o simulador. Após Kepler detectar que os dados sobre as posições dos planetas, principalmente Marte, não descreviam uma órbita circular, ele tenta outras descrições matemáticas que se ajustem aos dados. Descubra, neste capítulo, como os planetas orbitam em torno do Sol.

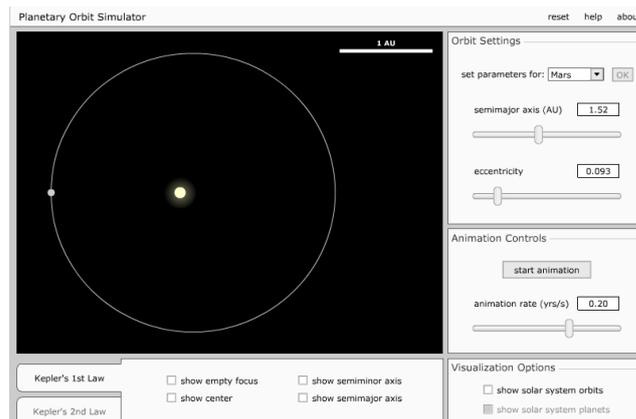
Atividade II

Acesse o simulador de órbitas planetárias no endereço: <http://astro.unl.edu/naap/pos/animations/kepler.html>

Figura 4. Simulador de órbitas planetárias.
Fonte: <http://astro.unl.edu/naap/pos/animations/kepler.html>

Na tela do simulador, aba “Kepler’s 1st Law” (1ª Lei de Kepler), marque as caixas:

- ✓ show empty focus (mostrar o foco vazio);
- ✓ show center (mostrar o centro);



- ✓ show semimajor axis (mostrar o semieixo maior);
- ✓ show semimajor axis (mostrar o semieixo maior);
- ✓ show radial lines (mostrar as linhas radiais);
- ✓ show grid (mostrar as grades).



Figura 5. Settings do simulador.
Fonte: <http://astro.unl.edu/naap/pos/animations/kepler.swf>

Serão exibidos alguns elementos importantes para a visualização da órbita do planeta.

Explore o simulador arrastando o planeta sobre a órbita. Altere os planetas na caixa de seleção “set parameters for:” (seleção de parâmetro para:) e clique OK. Observe os valores dos campos “semimajor axis (AU)” (semieixo maior (UA)) e “eccentricity” (excentricidade).

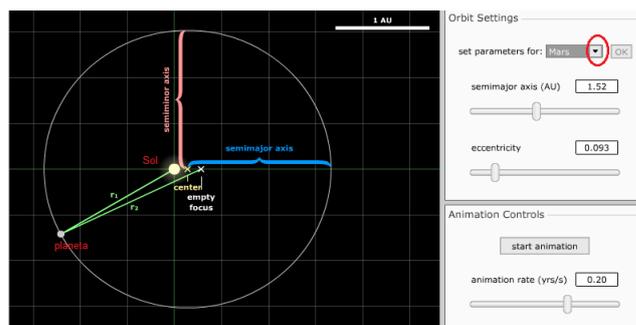


Figura 6. Elementos da órbita planetária

Com base na figura responda:

- 4) O Sol ocupa o centro da figura geométrica? Como chama o ponto em que o Sol está localizado?

Ajuste o simulador para a órbita da Terra, selecionando a opção “Earth” na caixa “set parameters for”. Com base nos dados apresentados responda:

5) O simulador apresenta a unidade em “AU”, ou seja, Astronomical Unit (Unidade Astronômica). Pesquise e responda qual o valor de 1 Unidade Astronômica em Km? Como este valor está relacionado com a Terra?

6) Utilizando os raios r_1 e r_2 que ligam o planeta ao Sol, obtenha os valores quando a Terra está mais próxima do Sol e quando está mais distante. Expresse esses valores em Unidades Astronômicas e quilômetros.

	Maior afastamento	Menor afastamento
Sistema Terra-Sol (UA)		
Sistema Terra-Sol (milhões de km)		

7) Existe uma variação muito grande entre a maior distância e menor distância para o sistema Terra-Sol? **Importante:** Para responder a questão, compare o valor percentual de variação de distâncias, entre o maior e menor afastamento.

8) Qual o nome dado para a menor distância encontrada? E a maior?
 Menor distância entre a Terra e o Sol: _____
 Maior distância entre a Terra e o Sol: _____

Parte III – 2ª Lei de Kepler

Introdução

Observamos, no capítulo anterior, que o planeta descreve uma trajetória elíptica em seu movimento em torno Sol. Desta forma temos um momento em que estamos mais próximos do Sol e outro ponto mais afastado. Vamos estudar como o planeta percorre essa trajetória em função do tempo, a velocidade e a variação durante a órbita planetária.

Atividade III

Utilizando o simulador clique na aba “Kepler’s 2nd Law” (2ª Lei de Kepler) localizado no canto esquerdo da tela.

Na tela digite os campos indicados na figura e digite os valores:

- ✓ “Semimajor axis (AU)” (Semieixo maior UA): **1.00**
- ✓ “Eccentricity” (excentricidade): **0.500**
- ✓ “Animation rate (yrs/s)” (taxa de animação anos/segundo): **0.10**
- ✓ “Adjust size” (ajuste do tamanho): **1/12**

Marque o botão “show grid” (mostrar grades).

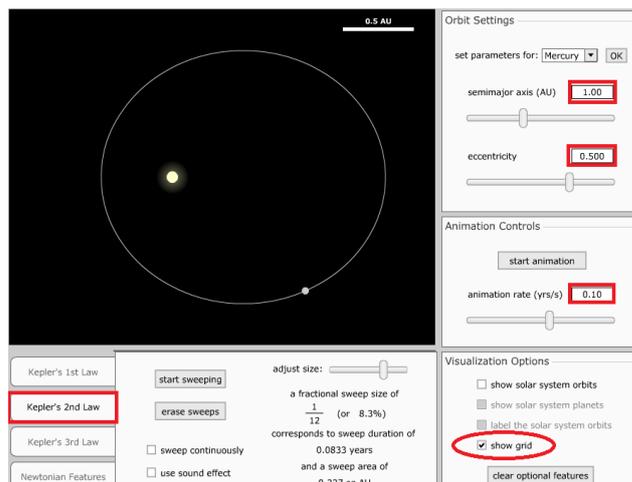


Figura 7. 2ª Lei de Kepler.

Após estes ajustes clique no botão “start animation” (iniciar animação). O corpo celeste fictício, com os parâmetros selecionados, entrará em órbita em torno do Sol.

Para estudar um trecho da órbita vamos utilizar o botão “start sweeping” (iniciar varredura). Este botão destaca um trecho da órbita sempre com o mesmo intervalo de tempo durante o percurso, independente do ponto em que a varredura seja iniciada.

Clique no botão “start sweeping” quando o corpo celeste estiver mais distante do Sol e pressione novamente quando o corpo celeste estiver mais próximo do Sol.

9) Com o mouse arraste as linhas que ligam o Sol ao planeta fictício formando uma figura próxima da apresentada abaixo (figura 8). Aproxime a área formada pela órbita do corpo celeste para um triângulo e verifique o valor da área para o triângulo “AOB” e “COD”.

Área AÔB: _____.

Área CÔD: _____.
 Podemos considerar que as áreas dos triângulos “AOB” e “COD” são iguais? _____.

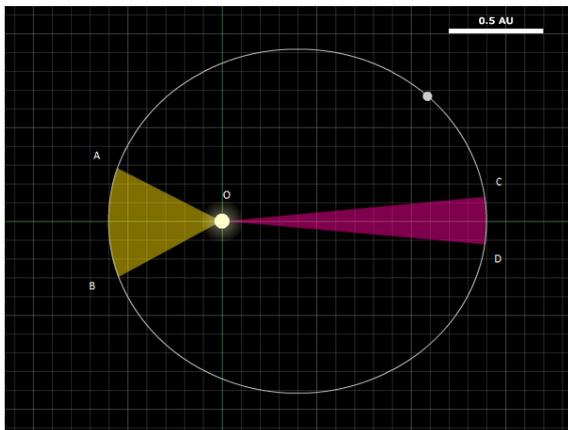


Figura 8. Área varrida durante a órbita do planeta.

10) Clique no botão “Start animation” e visualize a órbita do planeta em torno no Sol. Ocorre alguma variação na velocidade do planeta durante a sua trajetória? Se sim, qual trecho a velocidade é maior e menor?

11) Selecione a área “AB”, clicando com o mouse e arraste até o lado oposto, sobrepondo a área “AB” e “CD”. Faça o mesmo procedimento com, no mínimo, dois planetas, comparando as áreas obtidas em diversos pontos da órbita. O que podemos concluir sobre a área varrida?

12) Selecione um corpo celeste e aumente a excentricidade até o valor máximo. Identifique os valores de área e tempo de órbita apresentados na tela do simulador. Qual a relação entre a área e tempo podemos descrever para as órbitas dos planetas?

13) O cometa de Halley, em sua trajetória em torno do Sol, tem um semieixo maior com cerca de 18,5 UA, um período de 76 anos e uma excentricidade muito alta, cerca de 0,97. Na figura abaixo temos a órbita do cometa Halley, da Terra e a representação do Sol em um diagrama (fora de escala). Com base na 2ª Lei de Kepler, explique por que só podemos ver o cometa por cerca de 6 meses em cada órbita?

Obs: Não é possível simular a órbita do cometa Halley neste simulador.

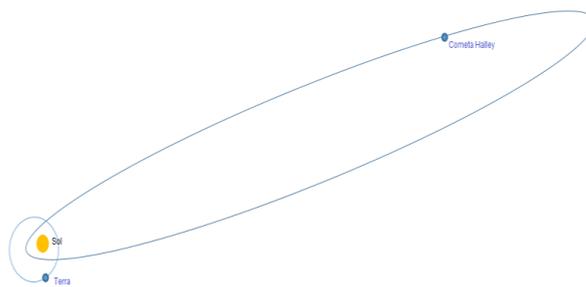


Figura 9. Trajetória do cometa Halley em torno do Sol.

Parte IV – 3ª Lei de Kepler

Introdução

Para a descrição das órbitas dos planetas Kepler relacionou o tempo que o planeta leva em sua órbita em torno do Sol e a distância do planeta até o Sol, abrindo o caminho para que Newton descobrisse o porquê desse fenômeno.

Atividade IV

Para realizar as simulações clique na aba “Kepler’s 3rd Law” (3ª Lei de Kepler) localizado no canto esquerdo da tela.

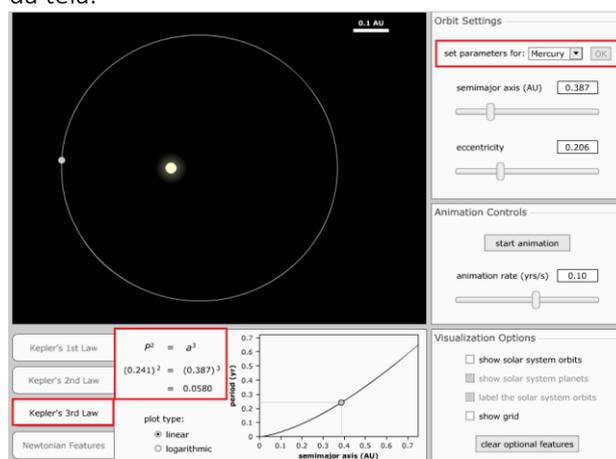


Figura 10. 3ª Lei de Kepler

14) Na caixa de seleção “set parameters for” (configure os parâmetros para) escolha os planetas Mercúrio, Vênus, Terra, Marte e Júpiter anotando o período “p” e a distância média da órbita “a”. Complete os valores para p² e a³ na tabela.

Corpo Celeste	p (anos terrestres)	a (UA)	p^2	a^3
Vênus				
Terra				
Marte				
Júpiter				

- 15) Para planetas mais distantes o que ocorre com o período, ou seja, o tempo que o planeta leva para dar uma volta em torno do Sol? Como podemos escrever uma relação constante entre o período e a distância do planeta ao Sol? **Importante:** Calcule os valores de " p^2 " e " a^3 " para comparação dos valores".

APÊNDICE A.4

PLANO DE AULA 4 – GRAVITAÇÃO

Tema	Aula 4 – Gravitação
Formato	Online
Duração - Total	60min
Objetivos	Deduzir as Leis de Kepler a partir da Gravitação de Newton.
Conteúdo(s)	Lei da Gravitação Universal e Terceira Lei de Kepler – Lei dos Períodos.

Desenvolvimento			
Vídeo – Gravitação (Apêndice A.4.1)	Descrição:	Disponibilização da videoaula sobre a dedução da Terceira Lei de Kepler a partir da Gravitação de Newton conforme Apêndice A.4.1.	Espaço: Em casa Tempo estimado: 20min Formato: Individual
	Papel do Professor:	Publicar a videoaula no AVA Edmodo.	
	Papel do Aluno:	O aluno deve acessar ao vídeo e assistir ao conteúdo abordado sobre a Terceira Lei de Kepler e a Gravitação.	
Questionário – online (Apêndice A.4.2)	Descrição:	Aplicar o questionário para verificação de visualização do vídeo conforme Apêndice A.4.2.	Espaço: Em casa Tempo estimado: 20min Formato: Individual
	Papel do Professor:	Disponibilizar as questões na área “Teste” do AVA Edmodo.	
	Papel do Aluno:	O aluno deve acessar e responder as questões.	
Fórum – Online (Apêndice A.4.3)	Descrição:	Abrir um fórum no AVA Edmodo conforme Apêndice A.4.3.	Espaço: Em casa Tempo estimado: 20min Formato: Individual
	Papel do Professor:	Publicar o fórum na área pública do AVA Edmodo. Mediar os comentários publicados pelos alunos.	
	Papel do Aluno:	Acessar o fórum no AVA e deixar a opinião sobre o tema publicado.	
Personalização	O vídeo pode ser visualizado quantas vezes for necessário. O fórum permite que o professor realize intervenções no ambiente <i>online</i> e presencial.		
Recursos Necessários	Acesso ao computador e à Internet; Acesso ao AVA <i>Edmodo</i> .		
Avaliação	Questionário – 6 pontos; Participação no fórum – 4 pontos.		

AULA 4. VÍDEOAULA - GRAVITAÇÃO

Apêndice A.4.1

Acesso para a videoaula sobre a dedução da 3ª Lei de Kepler a partir da Gravitação Universal.

Canal Socratica – Endereço <https://youtu.be/KbXVpdlmYZo>



The screenshot shows a YouTube video player. The video title is "Kepler's Third Law of Motion (Astronomy)". The video content features a woman in a light blue top standing next to a book cover. The book cover is titled "Astronomia Nova" by Johannes Kepler, published in 1609. The video player interface includes a search bar, a play button, a progress bar at 0:03 / 5:54, and engagement icons for likes (1,4 MIL), comments (43), and share (COMPARTILHAR).

Kepler's Third Law of Motion (Astronomy)

130.239 visualizações

1,4 MIL 43 COMPARTILHAR ...

1) Como Kepler relaciona o tempo que o planeta leva para orbitar o Sol (período T) e distância média (a) entre o planeta e o Sol?

- a. () O período orbital do planeta ao quadrado é inversamente proporcional à distância média : cubo.
- b. () O período orbital do planeta ao quadrado é proporcional à distância média ao cubo.
- c. () O período orbital do planeta é inversamente proporcional à distância ao cubo.
- d. () O período orbital do planeta é proporcional à distância ao cubo.
- e. () O período orbital do planeta ao quadrado é proporcional à distância média ao quadrado.

2) Como podemos calcular a distância média entre Marte e o Sol utilizando a Terceira Lei de Kepler?

- a. () Conhecido o período de Marte (T_M), igualamos o período de Marte ao quadrado (T_M^2) com a distância média de Marte ao cubo (a_M^3), ou seja, $T_M^2 = a_M^3$.
- b. () Conhecida a distância média de Marte (a_M) igualamos o período de Marte ao quadrado (T_M^2) em razão da distância média ao cubo(a_M^3), ou seja, $T_M^2 = a_M^2$.
- c. () Conhecida a distância média de Marte (a_M) igualamos o período de Marte ao quadrado (T_M^2) em razão da distância média ao cubo(a_M^3), ou seja, $T_M^2 = a_M^3$.
- d. () Igualamos a constante do Sistema Solar com o período da Terra ao quadrado (T_{Terra}^2) em razão da distância da Terra ao cubo(a_{Terra}^3), ou seja, $T_{terra}^2 = a_{terra}^2$.
- e. () Não é possível realizar este cálculo.

3) A Terceira Lei de Kepler atualmente é escrita em função da massa do Sol e do planeta. Por que, no Sistema Solar, a massa do planeta pode ser desconsiderada?

- a. () A contribuição da massa do planeta somada ao Sol é relevante.
- b. () No desenvolvimento da equação a massa do planeta é cancelada com as outras variáveis.
- c. () A notação correta não apresenta a massa do planeta.
- d. () A contribuição da massa do planeta é muito pequena quando comparada à massa do Sol.
- e. () A massa do planeta não pode, em hipótese alguma, ser desconsiderada.

TEMA

Na sua opinião, qual a importância desta dedução? O que você achou mais interessante no desenvolvimento das equações?

APÊNDICE A.5

PLANO DE AULA 5 – ATIVIDADE DE CAMPO

Tema	Aula 5 – Atividade de Campo Observacional
Formato	Online
Duração - Total	1h40min
Objetivos	Realizar a observação do planeta Júpiter e seus satélites com um telescópio.
Conteúdo (s)	Lei da Gravitação Universal.

Desenvolvimento			
Observação noturna do céu	Descrição:	Observar o planeta Júpiter e seus satélites com o auxílio de um telescópio.	Espaço: Na escola Tempo estimado: 1h20min Formato: Individual
	Papel do Professor:	O professor organiza a observação do planeta Júpiter e seus satélites com o auxílio de um telescópio ⁴⁶ . É necessário verificar a data em que o planeta está em uma posição visível no céu, durante a noite.	
	Papel do Aluno:	O aluno realiza a observação do céu à noite.	
Problematização (Apêndice A.5.1)	Descrição:	Realizar a problematização conforme Apêndice A.5.1 – Questão Problematizadora.	Espaço: Na escola Tempo estimado: 20min Formato: Individual
	Papel do Professor:	O professor, durante a observação, deve levantar a situação-problema: É possível, a partir da observação, extrair alguma informação física do planeta? Publicar no AVA <i>Edmodo</i> , após a aula, a “Questão Problematizadora” disponível no Apêndice A.5.1.	
	Papel do Aluno:	O objetivo é o aluno relacionar as Leis de Kepler e a Gravitação Universal como forma para deduzir, indiretamente, a massa de Júpiter utilizando os dados de posição dos satélites.	
Personalização		O professor pode realizar, com os alunos, a exploração de outros corpos celestes no céu, como as constelações, estrelas e planetas.	
Recursos Necessários		Acesso ao computador e à Internet; Telescópio; Acesso ao AVA Edmodo.	
Avaliação		Observação com telescópio: Nota de participação - 10 pontos.	

Fonte: Autor

⁴⁶ Na impossibilidade do uso de um telescópio pode-se buscar o apoio de instituições que realizam este evento como o programa “Astronomia para Todos” do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP. Disponível no endereço <https://www.iag.usp.br/astronomia/paratodos>. Acesso em 23-11-2019.

QUESTÃO PROBLEMATIZADORA



Figura 1. Legenda: Da esquerda para a direita: Júpiter, Europa, Io, Ganimedes e Calisto Júpiter (Foto: Emerson Araujo)

Nesta foto temos Júpiter e seus quatro maiores satélites: Europa, Io, Ganimedes e Calisto (da esquerda para a direita). A foto foi obtida com a ajuda de um telescópio no dia 27-05-2018 às 2h. Esse conjunto de corpos celestes foi observado por Galileu, em 1609. Galileu realizou observações sistemáticas das posições dos satélites e percebeu que os pontos brilhantes que ele via mudavam de posição à cada noite. Após algumas semanas, Galileu concluiu que esta mudança de posição ocorria devido ao movimento orbital em torno de Júpiter sendo que, os objetos mais próximos possuíam um movimento mais rápido do que os mais afastados, assim como o movimento de Mercúrio e Vênus ao redor do Sol. Galileu observava, neste caso, um outro sistema de corpos girando em torno de um planeta, além daquele conhecido até o momento! Os estudos desenvolvidos pelos gregos, as observações de Galileu e todo o estudo realizado por Kepler e Newton trouxeram novas possibilidades na Astronomia. Com os estudos desenvolvidos e as ferramentas apresentadas, reflita: É possível, a partir dessa observação, extrair alguma informação física do planeta?

APÊNDICE A.6

PLANO DE AULA 6 – SATÉLITES DE JÚPITER

Tema	Aula 6 – Os satélites de Júpiter
Formato	Presencial
Duração - Total	1h40min
Objetivos	Aplicação das Leis de Kepler e da Gravitação Universal por meio da metodologia científica.
Conteúdo (s)	Lei de Kepler e Lei da Gravitação Universal

Desenvolvimento			
Caderno de Atividades – Satélites de Júpiter (Apêndice A.6.1)	Descrição:	Aplicação do Caderno de Atividades - Revoluções dos satélites de Júpiter conforme Apêndice A.6.1.	Espaço: Na escola Tempo estimado: 1h20min Formato: Individual
	Papel do Professor:	Publicar Caderno de Atividades “Revoluções dos satélites de Júpiter” na área “Tarefas” do AVA Edmodo ou entregar uma versão impressa aos grupos.	
	Papel do Aluno:	Os alunos, em grupo, devem responder as questões do Caderno de Atividades discutindo sobre os conceitos abordados durante a coleta de dados e os cálculos.	
Encerramento/ Avaliação Final (Apêndice A.6.2)	Descrição:	Avaliar o questionário final (QF) conforme o Apêndice A.6.2.	Espaço: Na escola Tempo estimado: 20min Formato: Individual
	Papel do Professor:	Publicar o Questionário Final (QF) na área “Tarefas” do <i>Edmodo</i> .	
	Papel do Aluno:	O aluno deve acessar e responder as questões.	
Personalização		Conforme os alunos apresentam suas opiniões o professor realiza o direcionamento para aspectos relevantes.	
Recursos Necessários		Acesso ao computador e à Internet; Acesso ao AVA <i>Edmodo</i> .	
Avaliação		Roteiro - 6 pontos; Avaliação Final - 4 pontos	

Fonte: Autor

AULA 6. CADERNO DE ATIVIDADES – SATÉLITES DE JÚPITER

Apêndice A.6.1

Objetivo

Estimar o raio orbital e o período para os quatro maiores satélites de Júpiter e, aplicando a relação obtida na Lei dos Períodos (3ª Lei de Kepler), inferir informações sobre o planeta Júpiter.

Introdução

Neste exercício você irá simular a observação dos quatro maiores satélites de Júpiter utilizando o simulador CLEA. Através das imagens você poderá encontrar o raio orbital, ou seja, a distância entre os satélites e Júpiter bem como o período desses corpos. Vamos manipular os dados sobre os satélites para obter informações do planeta Júpiter.

Roteiro de Atividades

Acesse a página do programa CLEA “The revolutions of the moons of Jupiter” no endereço <http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/juplab.html>, baixe e instale o arquivo JupLab.zip.

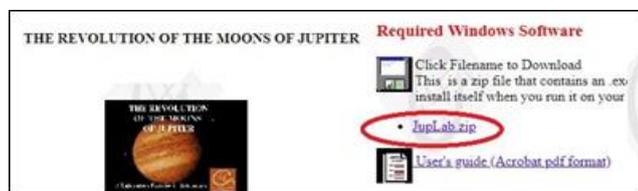


Figura 1. Página inicial "The revolutions of the moons of Jupiter"

Após instalado, inicie o programa, clique em “Log In” (Entrada), digite o seu nome e dos seus colegas no campo “Student#” (Estudante).

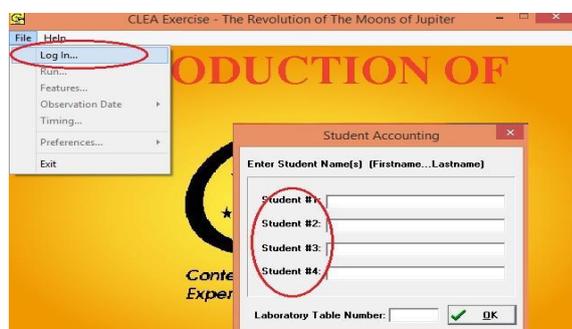


Figura 2. Tela de inicialização do CLEA.

Após inserir os dados clique no botão “OK”. Na caixa de diálogo "Have you finished logging in"? (Você terminou a entrada dos dados?) clique em “Sim”. Na tela inicial clique em File > Run.... Será exibida a tela com a data para observação. Clique “OK”.

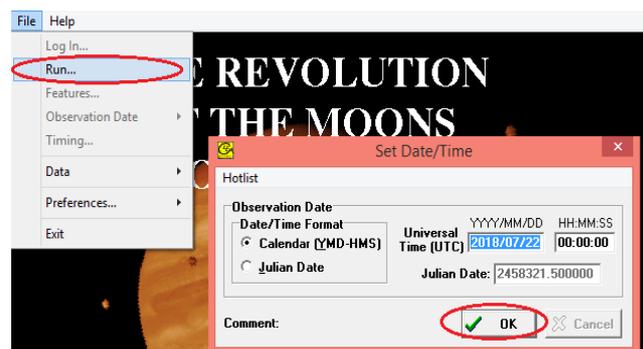


Figura 3. Tela de data da observação.

O programa exibe a tela com Júpiter e os satélites como pequenos pontos na posição conforme a data selecionada na caixa de entrada. Clique sobre o satélite para obter os dados (coordenadas x e y na tela, em pixels) e a distância perpendicular à linha de visada, que também está representada por X, em unidades de diâmetros de Júpiter. As letras E e W indicam se o satélite está a leste ou oeste de Júpiter.

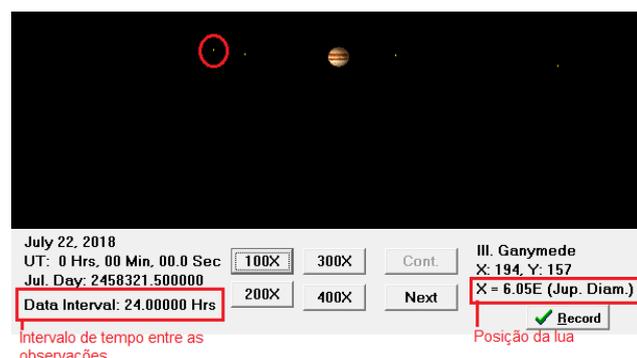


Figura 4. Tela com a posição dos satélites de Júpiter.

Clique em “File → Timing...” para definir o intervalo de tempo entre as observações.

Inicie optando pelo intervalo de 3 horas, em Observation Step (Hrs): 3.0

Registre os dados da primeira observação em uma planilha eletrônica da seguinte forma:

- Coluna 1: Data;
- Coluna 2: Hora, em tempo universal;

- Coluna 3: Dia, em ordem numérica. Exemplo: 1, 2, 3, 4, etc, se o intervalo de tempo entre as medidas for de 24 h; 1, 1.5, 2, 2.5, etc, se o intervalo de tempo entre as medidas for 12h.
- Coluna 4 à 7: posição (X) de cada satélite. Use o sinal "+" para indicar oeste, e "-" para indicar leste. Exemplo, se Europa foi selecionada e tem $X = 2.75W$, escreva na coluna 5 o valor +2,75.

Quando tiver registrado os dados dos 4 satélites, clique no botão NEXT para ir para a próxima observação. Faça 8 observações com intervalo de 3 horas, depois 12 observações com intervalo de 6 horas, mais 12 observações com intervalo de 12 horas e finalmente mais 8 observações com intervalo de 24 horas. Nas observações com intervalo de 24 h meça apenas Ganimedes e Calisto. Obs.: Sempre que mudar o intervalo de tempo entre as observações você deverá clicar em "File → Timing..." e mudar o valor em "Observation Step (Hrs): 3.0".

- Faça a coleta de 40 linhas de dados, sem contar os dias nublados.

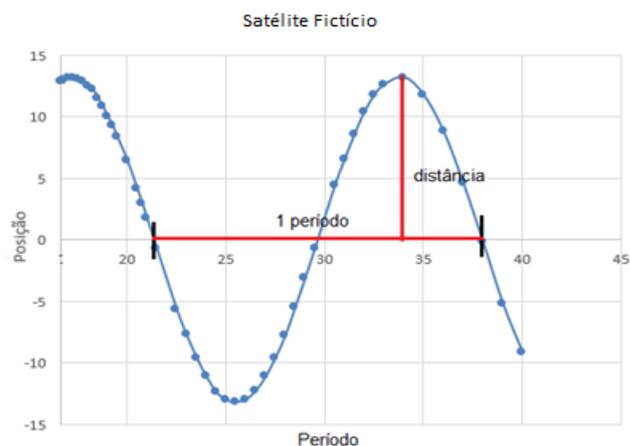
Segue um exemplo do preenchimento da tabela de dados:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Data	Hora	Dia	Io	Europa	Ganimedes	Calisto
2	01/05/2018	0	0	-1	-2,56	6,45	12,9
3	01/05/2018	3	0,125	0,3	-3,36	6,95	13
4	01/05/2018	6	0,25	1,5	-4	7,15	13,05
5	01/05/2018	9	0,375	2,48	-4,43	7,43	13,1
6	01/05/2018	12	0,5	2,93	-4,63	7,45	13,15

Figura 5. Tabela de dados dos satélites de Júpiter

Análise dos dados

Faça um gráfico, para cada satélite, de sua posição em função do tempo, utilizando os dados plotados na planilha eletrônica. Na figura abaixo temos um exemplo de um gráfico sendo que cada ponto representa uma coleta devido à observação. Temos irregularidades nas observações com pontos não coincidindo linearmente e espaçamentos. Utilize os recursos de linearização para ligar os pontos suavizando a curva formada pelos pontos.



Período

O período do satélite é o tempo que ela leva para voltar ao mesmo ponto da órbita, portanto é o tempo entre dois máximos. O tempo entre dois pontos com J.D. = 0 é meio período, portanto se para algum satélite você não conseguir observar uma órbita completa, você pode usar o meio período para determinar o período total. Se você, pelo contrário, tiver vários períodos em sua curva, você pode melhorar a precisão no valor do período fazendo a média entre eles.

Quando o satélite está na máxima posição para o leste ou para oeste, ele está na maior distância aparente do planeta. Embora as órbitas sejam quase circulares só podemos determinar o seu raio nessas ocasiões de máximo afastamento para um lado ou para o outro.

Calcule o período (P) e o raio orbital (a) para cada satélite com auxílio do gráfico. Esses valores estarão em unidades de dias, para o período (P) e diâmetros de Júpiter para o raio orbital (a). Converta os valores do período (P) para segundos e do raio orbital (a) para metros.

Satélite	P (dias)	P (segundos)	a (diâmetros de Júpiter)	a (metros)
Io				
Europa				
Calisto				
Ganimedes				

Dados:

Diâmetro de Júpiter = 142.984.000 m

1 UA = 150.000.000 km.

1 dia = 86400 s dias

Utilize a relação estudada pela Lei de Kepler e da Gravitação Universal com os dados obtidos para o período e o raio orbital. É possível encontrar uma grandeza física deste planeta usando a relação abaixo?

$$P^2 = \frac{4\pi^2}{G(M + m)} a^3$$

Sendo:

- “P” = o intervalo de tempo para uma volta completa do satélite em torno do corpo massivo;
- “a”, a distância média entre os dois corpos celestes;
- “G” = a constante universal da gravitação, equivalente a $6,673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2$;
- “M” = a massa do corpo massivo;
- “m” = a massa do corpo celeste que orbita o corpo celeste massivo.

Observação: Nesta situação, devido à massa desprezível do satélite em relação à massa “M”, podemos utilizar a relação:

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

Estime a grandeza física para cada satélite.

Satélite	Grandeza física
Io	
Europa	
Calisto	
Ganimedes	

Encontre um valor médio para a grandeza física:

Valor médio = _____

Determine o desvio padrão das medidas dado pela relação:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Em que “x” é o valor da medida, é o valor médio obtido e “n” é a quantidade de medidas.

s= _____

Conclusão

Apresente os cálculos e valores obtidos nesta tomada de dados. Podemos afirmar, considerando a incerteza das medidas, que o valor da grandeza física obtida é coerente ao encontrado atualmente para o planeta Júpiter. Comente.

TABELA DE DADOS

Medidas	Data	Horário	Intervalo	Tempo	Io	Europa	Calisto	Ganimesdes
1	01/out	00:00	3h	0				
2	01/out	03:00	3h	0,125				
3	01/out	06:00	3h	0,25				
4	01/out	09:00	3h	0,375				
5	01/out	12:00	3h	0,5				
6	01/out	15:00	3h	0,625				
7	01/out	18:00	3h	0,75				
8	01/out	21:00	3h	0,875				
9	02/out	00:00	6h	1				
10	02/out	06:00	6h	1,25				
11	02/out	12:00	6h	1,5				
12	02/out	18:00	6h	1,75				
13	03/out	00:00	6h	2				
14	03/out	06:00	6h	2,25				
15	03/out	12:00	6h	2,5				
16	03/out	18:00	6h	2,75				
17	04/out	00:00	6h	3				
18	04/out	06:00	6h	3,25				
19	04/out	12:00	6h	3,5				
20	04/out	18:00	6h	3,75				
21	05/out	00:00	12h	4				
22	05/out	12:00	12h	4,5				
23	06/out	00:00	12h	5				
24	06/out	12:00	12h	5,5				
25	07/out	00:00	12h	6				
26	07/out	12:00	12h	6,5				
27	08/out	00:00	12h	7				
28	08/out	12:00	12h	7,5				
29	09/out	00:00	12h	8				
30	09/out	12:00	12h	8,5				
31	10/out	00:00	12h	9				
32	10/out	12:00	12h	9,5				
33	11/out	00:00	24h	10				
34	12/out	00:00	24h	11				
35	13/out	00:00	24h	12				
36	14/out	00:00	24h	13				
37	15/out	00:00	24h	14				
38	16/out	00:00	24h	15				
39	17/out	00:00	24h	16				
40	18/out	00:00	24h	17				

AULA 6. QUESTIONÁRIO FINAL

Nome:

1) Descreva as três Leis de Kepler para o movimento planetário.

.....
.....

2) Qual é a importância e a relação entre a Gravitação Universal desenvolvida por Newton e as Leis de Kepler?

.....
.....

3) Como você classifica a metodologia utilizada, usando recursos híbridos, para sua aprendizagem comparada à metodologia tradicional, usada normalmente em sala de aula?

.....
.....

4) Quais atividades você mais gostou e o quais você menos gostou neste projeto?

.....
.....

5) O que foi mais marcante neste projeto? Relate sua experiência.

.....
.....

GABARITO

Aula 1. Questionário Diagnóstico

1. Resposta pessoal.
2. Modelos Heliocêntrico e Geocêntrico.
3. Resposta pessoal.
4. Resposta pessoal.
5. A massa utilizando a gravitação Universal, a distância através da paralaxe, uso de instrumentos como telescópios, fotômetros e espectrômetros.
6. 1ª Lei - Cada planeta revolve em torno do Sol em uma órbita elíptica, com o Sol ocupando um dos focos da elipse; 2ª Lei - A linha reta que une o Sol ao planeta varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais; 3ª Lei - O período orbital do planeta ao quadrado é proporcional à distância média ao cubo.
7. a

Aula 2. Questionário – Ombros de Gigantes

1. b
2. d
3. e
4. a
5. c
6. d
7. c
8. a
9. d
10. c

Aula 2. Fórum – Ombros de Gigantes

O objetivo é mostrar ao aluno que a ciência é construída, de maneira não linear, através de erros e acertos, discussões e contribuições de vários cientistas. Os contextos políticos, econômicos e sociais de cada época podem interferir e direcionar estes estudos e o desenvolvimento da ciência.

Aula 3. Cadernos de Atividades – Leis de Kepler

1. Excentricidade: 0;
- Figura geométrica: círculo
- 2a. $e = 0,25$
- 2b. $e = 0,50$
- 2c. Resposta: A elipse com excentricidade 0,50 (item 2a) possui maior achatamento.
3. semieixo maior
4. O Sol não ocupa o centro da figura geométrica. Está localizado no ponto denominado foco da elipse.
5. A distância de 1 UA equivale a distância média entre a Terra e o Sol, aproximadamente 150 milhões de km.
- 6.

	Maior afastamento	Menor afastamento
Sistema Terra-Sol (UA)	0,983	1,02
Sistema Terra-Sol (milhões de km)	152	147

7. Não existe uma grande variação. A excentricidade da órbita da Terra é muito baixa, em torno de 0,017.
8. Menor distância entre a Terra e o Sol: periélio
Maior distância entre a Terra e o Sol: afélio
9. Tamanho AB: 2,5 UA; Tamanho CD: 1,0 UA; Sim
10. Sim. No periélio a velocidade do planeta é maior.
11. As áreas são iguais.
12. Verificamos que os planetas varrem áreas iguais em intervalos de tempos iguais durante a órbita.
13. Só vemos o cometa por cerca de 6 meses em cada órbita devido à aceleração sofrida pelo cometa durante sua passagem próxima do Sol.
- 14.

Corpo Celeste	p (anos terrestres)	a (UA)	p^2	a^3
Vênus	0,615	0,723	0,378	0,378
Terra	1,00	1,00	1,00	1,00
Marte	1,88	1,52	3,54	3,54
Júpiter	11,9	5,2	141	141

15. Quanto maior a distância do planeta ao Sol maior o período. O período ao quadrado dividido pela distância ao cubo é sempre igual.

Aula 3. Fórum – Leis de Kepler

O objetivo é mostrar ao aluno que a ocorrência das estações do ano deve-se à inclinação do eixo da Terra. Devido a essa inclinação, à medida que a Terra orbita em torno do Sol, os raios solares incidem mais diretamente em um hemisfério do que em outro. A variação da distância Terra-Sol não é relevante para a ocorrência das estações do ano devido à baixa excentricidade.

Aula 4. Videoaula – Gravitação

O aluno deve identificar que a Terceira Lei de Kepler, obtida empiricamente pela observação das posições dos planetas, pode ser deduzida por meio da Lei da Gravitação Universal, desenvolvida a partir das Leis de Newton relacionando a força centrípeta e a força gravitacional. Neste processo o valor da constante “k”, na Terceira Lei de Kepler $P^2 = ka^3$, pode ser encontrada e a equação reescrita na forma:

$$P^2 = \frac{4\pi^2}{G(M + m)} a^3$$

Aula 4. Questionário – Gravitação

1. b
2. a
3. d

Aula 4. Fórum – Gravitação

O aluno deve identificar que a relação tem aplicação prática como a dedução da massa “M” do corpo massivo, por exemplo, o Sol, responsável pela órbita dos planetas, dado o período “P” de translação e a distância média “a”. A massa “m” do planeta pode ser desprezada devido à massa “M” do Sol.

Aula 5. Problematização

O aluno deve verificar que as Leis de Kepler e da Gravitação Universal deduzidas para o Sistema Solar, podem ser aplicadas para qualquer sistema de corpos em órbita. Desse modo a massa “M” de Júpiter pode ser deduzida a partir dos dados do período “P” e da distância média “a” dos satélites que orbitam o planeta.

Aula 6. Caderno de Atividades – Satélites de Júpiter

Tabela de Dados*

Med.	Data	Horário	Int.	Tempo	Io	Europa	Calisto	Ganimesdes
1	01/10/18	00:00	3h	0	1,5	-4,15	9,4	-2,15
2	01/10/18	03:00	3h	0,125		-4,6	8,95	-2,8
3	01/10/18	06:00	3h	0,25	-1,15	-4,8	8,5	-3,65
4	01/10/18	09:00	3h	0,375	-2,2	-4,7	8,05	-4,35
5	01/10/18	12:00	3h	0,5	-2,8	-4,5	7,6	-5,1
6	01/10/18	15:00	3h	0,625	-3,05	-4	6,95	-5,55
7	01/10/18	18:00	3h	0,75	-2,55	-3,25	6,5	-6,15
8	01/10/18	21:00	3h	0,875	-1,7	-2,35	5,95	-6,6
9	02/10/18	00:00	6h	1		-1,55	5,4	-6,9
10	02/10/18	06:00	6h	1,25	2	0,45	4,25	-7,4
11	02/10/18	12:00	6h	1,5	2,85	2,45	3,1	-7,6
12	02/10/18	18:00	6h	1,75	1,6	3,8	1,85	-7,4
13	03/10/18	00:00	6h	2		4,5	0,7	-6,75
14	03/10/18	06:00	6h	2,25	-2,75	4,45	-0,6	-5,8
15	03/10/18	12:00	6h	2,5	-2,65	3,35	-1,75	-4,7
16	03/10/18	18:00	6h	2,75	-0,7	1,55	-2,95	-3,35
17	04/10/18	00:00	6h	3	1,8		-4,15	-1,8
18	04/10/18	06:00	6h	3,25	2,9	-2,45	-5,25	
19	04/10/18	12:00	6h	3,5	1,7	-3,95	-6,35	1,5
20	04/10/18	18:00	6h	3,75		-4,65	-7,45	3
21	05/10/18	00:00	12h	4	-2,65	-4,7	-8,4	4,6
22	05/10/18	12:00	12h	4,5	-0,85	-2	-10,1	6,5
23	06/10/18	00:00	12h	5	2,9	2,05	-11,45	7,4
24	06/10/18	12:00	12h	5,5				
25	07/10/18	00:00	12h	6	-2,75	3,6	-13,05	5,1
26	07/10/18	12:00	12h	6,5				
27	08/10/18	00:00	12h	7	2,05	-3,7	-12,8	
28	08/10/18	12:00	12h	7,5	-2,45	-4,75	-11,95	-4,05
29	09/10/18	00:00	12h	8	-1,3	-2,4	-10,65	-6,35
30	09/10/18	12:00	12h	8,5	2,75	1,45	-9,1	-7,45
31	10/10/18	00:00	12h	9		4,35	-7,2	-7,25
32	10/10/18	12:00	12h	9,5	-3	3,85	-4,95	-5,5
33	11/10/18	00:00	24h	10			-2,65	-2,9
34	12/10/18	00:00	24h	11			2,3	3,45
35	13/10/18	00:00	24h	12			6,85	7,35
36	14/10/18	00:00	24h	13			10,45	5,85
37	15/10/18	00:00	24h	14				0,2
38	16/10/18	00:00	24h	15				-5,55
39	17/10/18	00:00	24h	16			11,85	-7,5
40	18/10/18	00:00	24h	17			8,85	-4

* Os espaços em branco correspondem aos dias nublados. Estes valores, durante a tomada de dados pelos alunos, podem variar dependendo da precisão na leitura dos dados observados na imagem.

Período e distância dos satélites*

Satélite	P (dias)	P (segundos)	a (diâmetros de Júpiter)	a (metros)
Io	1,75	151.200	2,85	407.504.400
Europa	3,50	302.400	4,35	621.980.400
Calisto	16,50	1.425.600	13,00	1.858.792.000
Ganimesdes	7,00	604.800	7,35	1.050.932.400

*Os valores podem variar dependendo da precisão na leitura dos gráfico.

Estime a grandeza física para cada satélite.

Satélite	Grandeza física (massa de Júpiter em kg)
Io	$1,7502 \cdot 10^{27}$
Europa	$1,5558 \cdot 10^{27}$
Calisto	$1,8684 \cdot 10^{27}$
Ganimesdes	$1,8762 \cdot 10^{27}$

Valor médio = $1,7626 \cdot 10^{27}$ kg

Desvio padrão (s) = $\pm 0,1495 \cdot 10^{27}$ kg

Conclusão

Podemos afirmar, considerando a incerteza das medidas, que o valor da grandeza física obtida para a massa de Júpiter é coerente ao valor da massa atual de $1,898 \cdot 10^{27}$ kg. O valor encontrado por meio da observação e coleta de dados foi de $1,7626 \cdot 10^{27}$ kg $\pm 0,1495 \cdot 10^{27}$ kg,

Aula 6. Questionário Final

- 1ª Lei - Cada planeta revolve em torno do Sol em uma órbita elíptica, com o Sol ocupando um dos focos da elipse;
- 2ª Lei - A linha reta que une o Sol ao planeta varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais;
- 3ª Lei - O período orbital do planeta ao quadrado é proporcional à distância média ao cubo.
2. Possibilita aplicações como calcular o período e distância para a órbita de satélites, a dedução da massa de corpos celestes.
3. Resposta pessoal.
4. Resposta pessoal.
5. Resposta pessoal.

APÊNDICE B – AUTORIZAÇÃO

AUTORIZAÇÃO PARA AULAS EXTRACURRICULARES

Eu,.....,RG:.....,
 responsável pelo aluno.....
 matriculado sob RM nº no curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico
 em.....da 1ª série/módulo período integral, autorizo-o/a participar das
 aulas extracurriculares que se realizarão nos dias:

- 17/09/2018 das 16h00 às 17h00;
- 01/10/2018 das 16h00 às 17h40;
- 08/10/2018 das 18h00 às 20h00 (Observação do céu com telescópios
 sujeito a confirmação da data pois depende das condições meteorológicas.)
- 22/10/2018 das 16h00 às 17h40.

Esses 4 encontros ocorrem na ETEC Tiquatira, situada no endereço: Av. Condessa Elizabeth de Robiano, 5200.

As aulas extracurriculares oferecidas fazem parte de uma aplicação elaborada no Programa de Mestrado em Ensino de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP e têm como finalidade o ensino-aprendizagem das Leis de Kepler e Gravitação usando a modalidade ensino híbrido.

Professor Responsável: Emerson Araujo

São Paulo, 03 de setembro de 2018.

Assinatura do Responsável

Eu, aluno desta ETEC declaro que as informações contidas nesta
 autorização são verdadeiras. Obs.: Lembrando que somente os alunos que trouxerem esta autorização devidamente
 assinada poderão participar. Não será aceita nenhuma outra forma de autorização.