

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA (MNPEF)

Cleber Batista Pimentel

**Astronomia e astronáutica como instrumentos de motivação no ensino e
aprendizado de física**

Juiz de Fora
2024

Cleber Batista Pimentel

Astronomia e astronáutica como instrumentos de motivação no ensino e
aprendizado de física

Dissertação apresentada ao Polo 24 do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal de Juiz de Fora / Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Escola Básica.

Orientador: Dr. Paulo Henrique Dias Menezes

Juiz de Fora
2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Pimentel, Cleber Batista.

Astronomia e astronáutica como instrumentos de motivação no ensino e aprendizado de física / Cleber Batista Pimentel. -- 2024. 99 f.

Orientador: Paulo Henrique Dias Menezes

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2024.

1. ensino de física. 2. clube de ciência. 3. astronomia. 4. astronáutica. 5. OBA. I. Menezes, Paulo Henrique Dias, orient. II. Título.

Cleber Batista Pimentel

Astronomia e astronáutica como instrumentos de motivação no ensino e
aprendizado de física

Dissertação apresentada ao Polo 24 do
Programa de Mestrado Nacional Profissional em
Ensino de Física da Universidade Federal de
Juiz de Fora / Instituto Federal Sudeste de
Minas Gerais como requisito parcial à obtenção
do título de Mestre em Ensino de Física. Área de
concentração: Física na Escola Básica.

Aprovada em 25 de abril de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Henrique Dias Menezes - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Elaine Aparecida Carvalho
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus São João del Rei.

Prof. Dr. Claudio Henrique da Silva Teixeira
Universidade Federal de Juiz de Fora

Juiz de Fora, 24/04/2024.



Documento assinado eletronicamente por Elaine Aparecida Carvalho, Usuário Externo, em 25/04/2024, às 18:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Paulo Henrique Dias Menezes, Professor(a), em 29/04/2024, às 19:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Claudio Henrique da Silva Teixeira, Professor(a), em 02/05/2024, às 14:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador 1790546 e o código CRC 4C774DCF.

Criado por [1174921](#), versão 2 por [1174921](#) em 24/04/2024 16:15:50.

Dedico este trabalho aos meus pais, esposa e filha que me inspiram e me auxiliaram na realização dessa árdua tarefa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, a Deus por me proporcionar uma trajetória rica de histórias e conhecimentos e pôr me proporcionar cotidianamente, o desejo de luta pelos meus ideais.

Agradeço a minha mãe, Maria Aparecida Batista Pimentel por jamais desistir perante as desventuras, pelo rico aprendizado que me proporciona.

Agradeço a minha esposa, Isabel Cristina Jenevain Pimentel, pelo imenso carinho, pelo apoio e principalmente nas horas mais difíceis.

Agradeço a minha filha Valentina, pela compreensão dos momentos de ausência. Agradeço aos demais familiares e amigos pela força e apoio.

Agradeço aos mestres, pelos conhecimentos proporcionados.

Agradeço ao mestre e orientador Dr. Paulo Henrique Dias Menezes, pelos conhecimentos proporcionados e paciência comigo.

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

“A Astronomia obriga a nossa alma a olhar para cima e a levar-nos do nosso mundo para outro.” (Platão)

RESUMO

Este trabalho tem como objeto de estudo a utilização da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) como elemento motivador para estimular o interesse dos estudantes no estudo de conteúdos de física abordados na educação básica. Com esse propósito, foi criado um Clube de Astronomia e Astronáutica com o objetivo de incentivar o estudo e a pesquisa sobre temas, como força de atração gravitacional, princípio da inércia e até mesmo assuntos de física moderna e termodinâmica. As atividades foram organizadas com o auxílio de ferramentas digitais, como a plataforma *Google Classroom* e o aplicativo *Discord*. A estruturação do ambiente virtual foi inspirada na metodologia do ensino baseado em problemas (EBP) ou *Problem Based Learning* – (PBL). As reuniões do Clube de Astronomia e Astronáutica ocorreram de forma virtual, por meio de encontros síncronos na plataforma do *Discord*, e presenciais, no contraturno escolar, para construção e lançamento de um foguete de propelente sólido. Os materiais para discussão eram disponibilizados na forma de vídeos, textos, slides e sites em uma sala do *Google Classroom*, criada para este propósito. Nos encontros síncronos, os estudantes eram estimulados a discutir sobre o material postado anteriormente, a partir de uma questão-problema. Em alguns encontros, os estudantes também eram incentivados a responder questões sobre o conteúdo de física abordado, seguindo as orientações da metodologia da instrução por colegas. Além disso, foi disponibilizado um programa de simulação de lançamento de foguete, no qual o estudante poderia construir e lançar foguetes de forma virtual. Na última etapa da proposta, os estudantes foram estimulados a construir protótipos de foguetes reais e fazer o seu lançamento. Entendemos que a aplicação dessa estratégia foi prejudicada pelo fato de ter ocorrido no período em que os estudantes estavam saindo do isolamento social provocado pela pandemia da Covid-19. Com isso, tivemos algumas limitações, mas acreditamos que a proposta pode ser aprimorada e adaptada para futuras implementações.

Palavras-chave: ensino de física; clube de ciência, astronomia e astronáutica; OBA.

ABSTRACT

This work aims to study the use of the Brazilian Astronomy and Astronautics Olympiad (OBA) as a motivating element to stimulate students' interest in the study of physics content covered in basic education. For this purpose, an Astronomy and Astronautics Club was created with the aim of encouraging study and research on topics such as the force of gravitational attraction, the principle of inertia and even subjects of modern physics and thermodynamics. The activities were organized with the help of digital tools, such as the Google Classroom platform and the Discord application. The structuring of the virtual environment was inspired by the problem-based learning methodology (Problem Based Learning – PBL). The Astronomy and Astronautics Club meetings took place virtually, through synchronous meetings on the Discord platform, and in person, during school hours, to build and launch a solid propellant rocket. Materials for discussion were made available in the form of videos, texts, slides and websites in a Google Classroom room, created for this purpose. In synchronous meetings, students were encouraged to discuss previously posted material, based on a problem question. In some meetings, students were also encouraged to answer questions about the physics content covered, following the guidelines of the peer instruction methodology. In addition, a rocket launch simulation program was made available, in which the student could build and launch rockets virtually. In the last stage of the proposal, students were encouraged to build real rocket prototypes and launch them. We understand that the application of this strategy was hampered by the fact that it occurred during the period in which students were emerging from social isolation caused by the Covid-19 pandemic. As a result, we had some limitations, but we believe that the proposal can be improved and adapted for future implementations.

Keywords: Teaching physics, astronomy and hybrid teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ilustração da aplicação do aplicativo plickers em uma sala de aula	19
Figura 2: Exemplo de clickers	20
Figura 3: Diagrama do processo de implementação do método IpC(Peer Instruction)	21
Figura 4: exercício sobre pouso de um módulo explorador na Lua	31
Figura 5: excentricidade das elipses do sistema solar	35
Figura 6: Representação ilustrativa da 2ª Lei de Kepler.....	36
Figura 7: Print da tela inicial da sala virtual	45
Figura 8: Exemplo de slides sobre o sistema solar	49
Figura 9: Exemplo de slides sobre estrutura e evolução estelar	51
Figura 10: Exemplos de slides sobre o Sol	51
Figura 11: Aplicativo de simulação de lançamento de foguetes	54
Figura 12: Estudantes cortando os canos de PVC para fazer o “motor” do foguete	56
Figura 13: Dispositivo para socar a mistura do propelente.....	56
Figura 14: Estudantes preparando o propelente dos foguetes	58
Figura 15: Estudantes preparando o “motor” do foguete para receber o combustível	58
Figura 16: Imagem do foguete construído pelos alunos.....	59
Figura 17: Estudantes medindo o ângulo de lançamento do foguete	59
Figura 18: Transmissão do lançamento do foguete por uma rede social.....	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Sistematização das respostas dadas à questão 2	63
Gráfico 2: Respostas dadas à questão 3	63
Gráfico 3: Áreas de interesse dos estudantes que participam da OBA	64
Gráfico 4: Resultado da questão 08.....	65
Gráfico 5: Relação entre física e astronomia	65
Gráfico 6: Movimentos da Terra que os alunos já conheciam	66
Gráfico 7: Planetas conhecidos do sistema solar.....	66
Gráfico 8: Força que nos mantém presos à Terra.....	67

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL	17
2.2 A INSTRUÇÃO POR PARES (PEER INSTRUCTION) DE ERIC MAZUR	18
2.3 O ENSINO BASEADO EM PROBLEMAS (EBP) – HOWARD BARROWS	21
2.4 DESDOBRAMENTOS TEÓRICOS DO TRABALHO DESENVOLVIDO	22
2.5 O PAPEL DOS CLUBES DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA	24
3 ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA NO ENSINO DE FÍSICA.....	27
3.1 ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA NA FÍSICA DO ENSINO MÉDIO	27
3.2 ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA NA GRADUAÇÃO EM FÍSICA.....	30
3.2.1 Gravitação.....	31
3.2.2 Leis de Kepler	34
3.2.3 Campo Gravitacional Terrestre.....	37
3.3 ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA NA OBA E NA MOBFOG.....	38
4 METODOLOGIA	41
4.1 O CONTEXTO DA ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	42
5 RELATO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO	45
5.1 O QUE NOS MANTÉM PRESOS À TERRA?	46
5.2 COMO O MOVIMENTO DOS PLANETAS INFLUÊNCIA NAS NOSSAS VIDAS?.....	48
5.3 COMO NASCEM AS ESTRELAS?	50
5.4 É POSSÍVEL VIVER EM MARTE? COMO PODEMOS CHEGAR LÁ?	52
5.5 EXISTEM SATÉLITES BRASILEIROS?.....	53
5.6 SIMULAÇÃO DE LANÇAMENTO DE FOGUETE.....	53
5.7 LANÇAMENTO DE FOGUETES COM PROPELENTE.....	54
5.7.1 O Lançamento do Foguete.....	59
6 ANÁLISE E RESULTADOS	62
6.1 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO FORMULÁRIO	62
6.2 ANÁLISE GERAL DOS ENCONTROS VIRTUAIS	67
6.3 ANÁLISE DA ETAPA DE CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTO DO FOGUETE	68
7 CONCLUSÃO	70
REFERÊNCIAS	72
APÊNDICES.....	74
APÊNDICE A – Formulário aplicado aos estudantes	74
APÊNDICE B – Produto Educacional.....	77

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como finalidade explorar tópicos de astronomia e astronáutica como elementos motivadores para o aprendizado da física na educação básica. Sou professor desde 2001 e nesses anos de docência sempre notei que toda vez que tocava em qualquer assunto relacionado à astronomia as aulas ficavam mais interessantes para os alunos, mais fácil de assimilar. Desde 2006 procuro incentivar os alunos a participarem das Olimpíadas Brasileiras de Astronomia e Astronáutica (OBA). Ao longo desses anos tenho observado que os estudantes que participam da OBA aumentam o interesse por assuntos relacionados à física, principalmente em relação às questões intrigantes do universo.

A Olimpíada de Astronomia e Astronáutica é um evento que tem como objetivo estimular o interesse e o conhecimento dos alunos em relação às ciências naturais, em especial à astronomia e à física. A competição geralmente é composta de provas teóricas e práticas que testam as habilidades dos estudantes em observar, analisar e compreender fenômenos astronômicos e físicos. A participação na Olimpíada de Astronomia pode ser uma ótima maneira de aumentar o engajamento dos alunos nas aulas de física, uma vez que eles têm a oportunidade de aplicar os conceitos e teorias aprendidos em sala de aula em situações práticas e desafiadoras. Além disso, a competição pode incentivar os alunos a buscarem mais informações e aprofundar seus conhecimentos sobre a astronomia e a física, por meio de estudos independentes e pesquisas.

Entendemos que a OBA também pode promover um ambiente de aprendizado mais colaborativo e competitivo, incentivando a troca de conhecimentos e experiências entre os alunos, estimulando o desenvolvimento de habilidades sociais e a criação de uma cultura de aprendizado mais dinâmica e participativa. Em resumo, neste trabalho, partimos da hipótese de que a participação na Olimpíada Brasileira de Astronomia pode ser uma forma eficaz de aumentar o interesse e o engajamento dos alunos nas aulas de física, estimulando o aprendizado e o desenvolvimento de habilidades teóricas e práticas.

Para testar essa hipótese, utilizamos a preparação para a OBA para constituir um Clube de Astronomia como estratégia para aumentar o engajamento dos alunos nas aulas de física. Para isso procuramos aporte em estudos que apontam a

importância de práticas pedagógicas que integram a teoria com a prática para tornar o aprendizado mais significativo para os estudantes.

De acordo com as teorias construtivistas de Vygotsky (1978) e Piaget, (1977), o conhecimento é construído pelo próprio estudante por meio de suas experiências e interações com o meio. Assim, é importante que o aprendizado seja contextualizado e relacionado com situações reais, para que os alunos possam compreender a aplicabilidade e a importância dos conceitos estudados.

Além disso, a competição pode ser uma forma de motivar os alunos, pois permite que eles tenham uma meta clara e definida para alcançar. A motivação é um fator importante para o aprendizado, pois influencia diretamente na atenção, no interesse e na disposição dos alunos para aprender.

Portanto, entendemos que a utilização a preparação para a Olimpíada Brasileira de Astronomia como estratégia para aumentar o engajamento dos alunos nas aulas de física se alinha com as teorias pedagógicas construtivistas (Vigotsky,1978; Piaget,1977), que valorizam a aprendizagem significativa e contextualizada, bem como em estudos que demonstram a importância da motivação e do interesse dos estudantes para que o aprendizado ocorra.

A OBA estimula nos estudantes o desejo de fazer a ligação dos fenômenos observados em astronomia com conceitos de física já estudados pelos alunos. Estudos realizados por Gomes (2019) e Dettenborn (2019) indicam que os temas de física mais recorrentemente explorados nas olimpíadas são: gravitação, leis de Kepler, lançamento vertical, horizontal e oblíquo, leis de Newton, conceitos de força, óptica geométrica (lentes, espelhos e refração, espectroscopia), conservação de energia e noções básicas de aerodinâmica.

A maioria desses temas faz parte do currículo de física do ensino médio. Porém, são explorados, de maneira geral, sem uma vinculação explícita com fenômenos do dia a dia e de interesse dos estudantes. Com a intenção de apresentar alguns desses tópicos de uma forma mais atraente, propomos a criação de um Clube de Astronomia, ainda durante a pandemia da Covid-19, que aconteceria por meio de encontros virtuais através do “*Discord*”, que é um aplicativo que possibilita conversas em grupo, com a vantagem de poder compartilhar arquivos e fazer chamadas por vídeo. Os materiais para estudo prévio eram distribuídos antes dos encontros por meio da plataforma “*Google Classroom*”, em uma sala virtual criada especificamente para esse fim.

Nosso objetivo com esta proposta foi criar uma forma de interação como os estudantes sem que o professor tenha que estar presencialmente na escola, pois sabemos que a realidade da maioria dos professores de física do ensino médio não possibilita tempo para o desenvolvimento de atividades extras, uma vez que precisam ficar se deslocando entre várias escolas para ter um salário minimamente digno. Por isso, para que a carga horária do professor não seja comprometida, foi pensada uma estratégia envolvendo encontros não presenciais que pudessem estimular os alunos estudarem em suas casas, ou na própria escola, fora do horário das aulas habituais. Além disso, parte do trabalho foi realizado ainda no período da pandemia da COVID-19. A seguir apresentamos estrutura desta dissertação, na qual fazemos o relato do desenvolvimento e da aplicação desta proposta.

No capítulo de referencial teórico vamos apresentar algumas teorias de aprendizagem significativa, Ausubel (2000) com duas formas de aplicação: a Instrução por Colegas (IpC), de Mazur (1997), e ensino baseado em problemas (EBP), de Barrows (1996), que foram usadas como base teórica de nosso estudo. Após discutirmos um pouco sobre essas teorias, faremos uma breve exposição dos conteúdos de astronomia e astronáutica no ensino de física, e da forma como são abordados na educação básica e nas graduações em física, procurando relacionar elementos desses conteúdos com os conteúdos de astronomia e astronáutica presentes na OBA.

No capítulo de metodologia procuramos expor como foram pensados o produto educacional e as escolhas que nos levaram a proposição da construção do clube de Astronomia e Astronáutica. No capítulo seguinte apresentamos a sequência didática do produto educacional, com a descrição detalhada de sua aplicação.

Por fim, apresentamos no capítulo 6 uma análise dos resultados obtidos com a o clube de astronomia e astronáutica, seguido das considerações finais em relação em relação ao trabalho realizado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Existem diversos pesquisadores e estudiosos que contribuíram para o desenvolvimento de teorias pedagógicas construtivistas, que valorizam a aprendizagem significativa e contextualizada e a participação ativa dos alunos em sala de aula, entre os quais destacamos Jean Piaget, Lev Vygotsky, Jerome Bruner e Paulo Freire. A seguir apresentamos um breve resumo das principais teorias de cada um desses autores.

Piaget é considerado um dos pais da teoria construtivista, que defende que o conhecimento é construído pelo próprio aluno por meio de suas experiências e interações com o meio. Sua teoria destaca a importância da equilíbrio e desequilíbrio, que é o processo no qual as estruturas mentais são constituídas à medida em que o indivíduo organiza e interpreta as informações que recebe.

Vygotsky propôs a teoria sociocultural, que destaca a importância do ambiente social e cultural na construção do conhecimento. Ele defende que o desenvolvimento cognitivo ocorre por meio da interação social, pela qual o aluno é capaz de internalizar os conhecimentos e as habilidades da cultura na qual está inserido.

Bruner propôs a teoria do ensino por descoberta, que valoriza a aprendizagem ativa e a resolução de problemas como forma de construir o conhecimento. Ele defende que os alunos devem ser incentivados a explorar e descobrir conceitos e ideias por meio da experimentação e da resolução de problemas, em vez de apenas receberem informações prontas.

Freire, por sua vez, foi um defensor da pedagogia crítica de Dewey, que valoriza a participação ativa dos alunos nos processos de ensino e aprendizagem e destaca a importância da reflexão crítica sobre a realidade social e política dos sujeitos. Ele defende que a educação deve ser libertadora, ou seja, deve capacitar os alunos a se tornarem sujeitos ativos e críticos em relação à sua própria realidade.

Esses são apenas alguns dos principais pensadores que contribuíram para o desenvolvimento de teorias pedagógicas construtivistas. Cada um deles apresentou contribuições valiosas para o campo da educação, que continuam sendo relevantes e influentes na prática pedagógica atual. Neste trabalho, não vamos aprofundar nos pensadores citados acima e sim naqueles que usaram essas teorias como base de conhecimento para desenvolver as modernas teorias ativas de aprendizagem, tais como: Eric Mazur, David Ausubel e Howard Barrows.

2.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

David Ausubel lecionou na Universidade de Illinois, Universidade de Chicago e Universidade de Nova York. Ele também foi professor visitante em várias universidades, incluindo a Universidade de Stanford, a Universidade de Harvard e a Universidade de Oxford. Ausubel recebeu seu Ph.D. em psicologia da Universidade de Columbia em 1943. Ele também recebeu um diploma de mestre em educação da Universidade de Nova York em 1942 e um diploma de bacharel em educação da Universidade de Nova York em 1941. Ausubel ficou mundialmente conhecido por sua teoria do aprendizado significativo. Sua teoria é baseada na ideia de que os alunos aprendem melhor quando são capazes de relacionar novas informações com o conhecimento que já possuem.

Ausubel também pode ser incluído na lista de teóricos construtivistas. Sua teoria destaca a importância da relação entre os novos conhecimentos e as experiências e conceitos prévios dos alunos no processo de aprendizagem. Ausubel defende que a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno é capaz de estabelecer uma relação entre o novo conhecimento e as suas estruturas cognitivas pré-existentes. Para ele, a aprendizagem memorística, em que o aluno apenas repete informações sem estabelecer uma relação significativa com o que já sabe, não é efetiva e não leva a uma aprendizagem duradoura. Assim, Ausubel defende que o professor deve organizar os conteúdos de forma a estabelecer relações com os conhecimentos prévios dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais duradoura. Essa abordagem é muito valorizada em áreas como a educação em ciências, em que o ensino deve levar em consideração os conhecimentos e experiências prévias dos alunos. Conforme indicado por Moreira (2003)

Em uma situação de ensino, o professor atua de maneira intencional para mudar significados da experiência do aluno, utilizando materiais educativos do currículo. Se o aluno manifesta uma disposição para aprender, ele/ela também atua intencionalmente para captar o significado dos materiais educativos. O objetivo é compartilhar significados (Moreira, 2003, p. 7).

Ausubel infere que os alunos não devem simplesmente memorizar informações, mas sim entendê-las. De acordo com Moreira (1999), sua teoria teve um impacto significativo no campo da educação utilizada por professores em todo o mundo para ajudar os alunos a aprenderem de forma mais eficaz.

A seguir apresentamos alguns dos principais conceitos da teoria do aprendizado significativo de Ausubel, destacados por Moreira (1999):

- Aprendizagem significativa: é o processo de aprender novas informações de forma significativa, ou seja, relacionando-as ao conhecimento que o aluno já possui.
- Aprendizagem mecânica: é o processo de memorizar informações sem necessariamente entendê-las.
- Organizadores prévios: são informações que são recebidas aos alunos antes de novas informações. Eles ajudam os alunos a se prepararem para aprender novas informações e a relacioná-las ao conhecimento que já possuem.
- Mapas conceituais: são representações visuais de conceitos e suas relações. Eles podem ser usados pelos alunos para organizar seu conhecimento e para entender novas informações.
- Perguntas abertas: são perguntas que encorajam que os alunos pensem e apliquem seu conhecimento. Eles podem ser usados para avaliar o aprendizado significativo.

Segundo Moreira (1999), a teoria do aprendizado significativo de Ausubel é uma ferramenta valiosa para professores e alunos. Por meio desta teoria o professor pode potencializar seus meios de ensino para ajudar os alunos a aprenderem de forma mais eficaz e a reter o conhecimento por mais tempo.

2.2 A INSTRUÇÃO POR PARES (PEER INSTRUCTION) DE ERIC MAZUR

Eric Mazur é um físico e educador da Universidade de Harvard, conhecido por suas contribuições para a teoria de Instrução por Pares (Peer Instruction). Ele desenvolveu essa abordagem pedagógica nos anos 1990 e a implementou em suas aulas de física obtendo resultados impressionantes. A principal contribuição dessa teoria é a substituição da tradicional aula expositiva por um formato mais interativo e participativo.

A instrução por pares (ou instrução pelos colegas – IpC) pode ser descrita como um método de ensino baseado no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e pela apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si. Sua meta principal é promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dos conteúdos de estudo por meio da interação entre os estudantes.

Em vez de o professor usar o tempo em classe para transmitir em detalhe as informações presentes nos livros-texto, nesse método as aulas são divididas em pequenas séries de apresentações orais, focadas nos conceitos principais a serem trabalhados, seguidas da apresentação de questões conceituais para os alunos responderem, primeiro individualmente e depois discutirem com os colegas.

Mais especificamente, após uma breve exposição oral (aproximadamente 15 min) o professor apresenta aos alunos uma questão conceitual, usualmente de múltipla escolha, que tem como objetivos promover e avaliar a compreensão dos aprendizes sobre os conceitos mais importantes apresentados. Cada aluno é então solicitado a pensar sobre qual a alternativa que considera correta e em uma justificativa para a sua escolha (aproximadamente 2 min). Na sequência, é aberta a votação para mapeamento das respostas dos alunos à referida questão. Usualmente a votação é feita por meio de algum sistema de resposta como *flashcards* (cartões de resposta) ou *clickers*, espécie de controles remotos individuais que se comunicam por radiofrequência com o computador do professor. As figuras 1 e 2 ilustram esses instrumentos.

Figura 1: Ilustração da aplicação do aplicativo pickers em uma sala de aula



Fonte: Oficina do saber¹

¹ Disponível em: <https://oficinasaber.org/2019/04/09/como-usar-o-aplicativo-pickers/>

Figura 2: Exemplo de clickers



Fonte: Education Word²

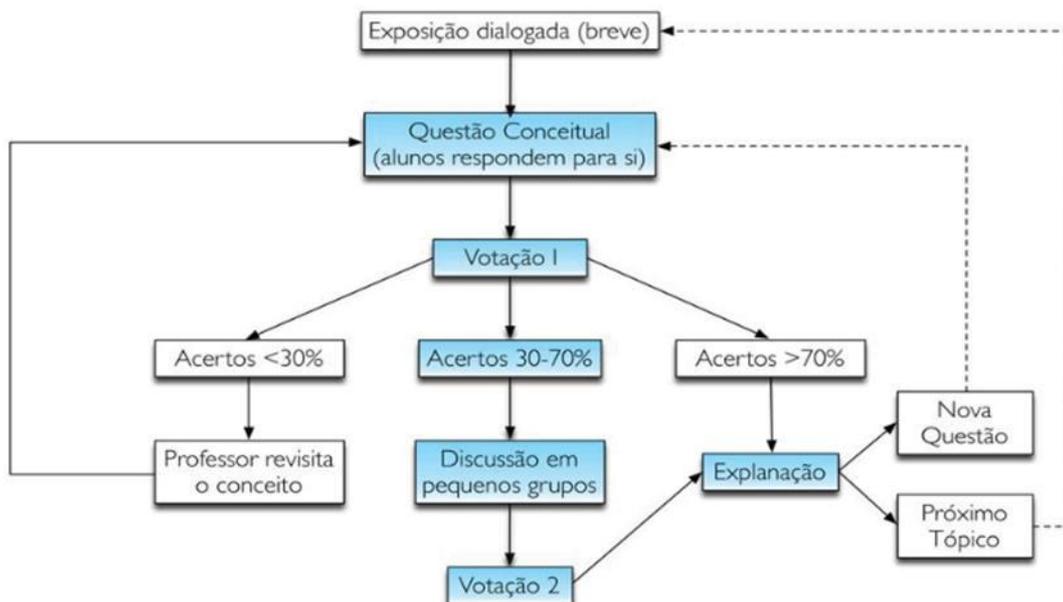
Mais recentemente, sistemas de resposta envolvendo quaisquer dispositivos com acesso à internet, tais como notebooks, smartphones e tablets vêm se mostrando uma alternativa promissora, tanto por se valerem de aplicativos que facilitam a análise das respostas dos alunos, como pelo fato de que a maioria dos alunos possui smartphones que podem ser utilizados para este fim.

Basta o professor colocar os exercícios no aplicativo que for mais conveniente para sua prática docente e depois pedir que os alunos mostrem a resposta para ter um diagnóstico instantâneo do aprendizado da turma sobre aquele assunto.

A estratégia de condução do processo é definida de acordo com o percentual de respostas corretas e pode envolver: a revisão do conceito, a discussão em pequenos grupos e a explanação do professor. O diagrama ilustrado na Figura 3 mostra o passo a passo de implementação do método de instrução por pares.

² Disponível em: https://www.educationworld.com/a_tech/are-clickers-effective-teaching-tools.shtml

Figura 3: Diagrama do processo de implementação do método IpC



Fonte: Adaptado de Lasry, Mazur e Watkins (2008)

2.3 O ENSINO BASEADO EM PROBLEMAS (EBP) – HOWARD BARROWS

O ensino baseado em problemas (EBP) é uma abordagem pedagógica que tem como objetivo desenvolver a capacidade dos alunos de resolver problemas complexos por meio da integração de conhecimentos teóricos e práticos.

Embora não seja diretamente relacionado ao construtivismo, algumas teorias construtivistas podem ser aplicadas na concepção e implementação de estratégias de EBP. Dentre os pensadores que contribuíram para o desenvolvimento do EBP, podemos citar Howard Barrows, que é considerado um dos principais teóricos dessa abordagem.

Barrows (1986) defendia que o EBP é uma forma de aprendizagem autodirigida, em que o aluno deve ser incentivado a buscar soluções para os problemas propostos, ao invés de receber informações passivamente. A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) também é uma metodologia ativa de ensino que tem como objetivo a construção do conhecimento a partir da discussão em grupo de um problema. A principal diferença entre essas duas metodologias é que na ABP os problemas são identificados pelos alunos através da sua observação da realidade, ou seja, a realidade é problematizada pelos alunos. Já na EBP as situações-problemas são propostas pelo professor para os alunos resolverem.

Howard Barrows (1927-2016) é amplamente reconhecido por seu trabalho pioneiro no campo da educação médica e é frequentemente considerado uma das figuras-chave no desenvolvimento da aprendizagem baseada em problemas. Na medicina, esta abordagem inovadora enfatiza discussões em pequenos grupos, baseadas em estudos de casos, em que os alunos trabalham de forma colaborativa para resolver problemas clínicos do mundo real. Por meio desse processo, os alunos desenvolvem habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e comunicação, todos essenciais para sua futura prática médica. Desde então, a adoção da aprendizagem baseada em problemas se espalhou para as escolas médicas e outras áreas da educação em todo o mundo, revolucionando a forma como os alunos são ensinados e reformulando os currículos médicos para enfatizar a aprendizagem ativa e o envolvimento dos alunos.

Essa metodologia revolucionou a forma de se ensinar medicina ao redor do mundo e se espalhou para outros campos educacionais, por promover a aprendizagem autodirigida, habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e trabalho em equipe, aspectos fundamentais para o sucesso de profissionais em suas respectivas áreas.

O método de aprendizagem baseado em problemas influencia diversas outras áreas de ensino e continua sendo uma abordagem importante em muitos currículos educacionais. Além de Barrows, outros teóricos como Jerome Bruner e Lev Vygotsky também podem ser relacionados aos processos de aprendizagem baseada em problemas.

2.4 DESDOBRAMENTOS TEÓRICOS DO TRABALHO DESENVOLVIDO

Neste trabalho procuramos associar essas estratégias metodológicas no sentido de promover o envolvimento e o interesse dos alunos em torno de uma aprendizagem mais significativa.

Em um primeiro momento, procuramos utilizar a metodologia do *Peer Instruction*. Para isso, o material de estudo foi fornecido com antecedência para que no encontro síncrono os alunos pudessem resolver um formulário (Apêndice A) com quatro questões sobre o tema gravitação, que é um conceito ligado à Astronomia e à Astronáutica. O detalhamento dessa estratégia será descrito no capítulo 5, quando faremos o relato da aplicação do produto.

Nas outras aulas online fizemos o uso de perguntas norteadoras, conforme preconiza a metodologia do ensino baseado em problemas: Como o movimento dos planetas influencia nas nossas vidas? Como nascem as estrelas? É possível viver em Marte? Como podemos chegar lá? Existem satélites Brasileiros?

Para estudar a influência da Olimpíada de Astronomia e Astronáutica no engajamento dos alunos no aprendizado em física, existem algumas abordagens teóricas que podem ser utilizadas, entre as quais destacamos:

1. Teoria da Autodeterminação: essa teoria defende que a motivação dos alunos está relacionada à sua capacidade de satisfazerem suas necessidades psicológicas básicas, como autonomia, competência e relacionamento social. Assim, a participação em competições como a Olimpíada de Astronomia e Astronáutica pode fornecer aos alunos a oportunidade de exercitar sua autonomia, desenvolver sua competência em física e criar relacionamentos sociais, aumentando, assim, sua motivação e engajamento no aprendizado.
2. Teoria da Aprendizagem Significativa: essa teoria argumenta que o aprendizado é mais efetivo quando o aluno é capaz de relacionar o novo conhecimento com sua experiência prévia e seus conhecimentos prévios. Participar da Olimpíada de Astronomia e Astronáutica pode oferecer aos alunos a chance de aplicar conceitos de física que eles aprenderam na escola a problemas concretos, relacionando esses conceitos a experiências práticas. Isso pode tornar o aprendizado mais significativo e aumentar o engajamento dos alunos.
3. Teoria da Expectativa-Valor: essa teoria sugere que a motivação e o engajamento dos alunos estão relacionados à expectativa que eles têm de serem bem-sucedidos em uma tarefa e ao valor que eles atribuem a essa tarefa. Participar da Olimpíada de Astronomia e Astronáutica pode aumentar a expectativa dos alunos de serem bem-sucedidos em física e, ao mesmo tempo, aumentar o valor que eles atribuem a essa disciplina, já que eles estão envolvidos em uma atividade que é vista como desafiadora e interessante.

Essas são apenas algumas das teorias que podem ser utilizadas para estudar a influência da OBA no engajamento dos alunos no aprendizado em física.

No contexto da Olimpíada de Astronomia e Astronáutica, a Teoria da Aprendizagem Significativa pode ser aplicada de diversas formas para aumentar o

engajamento dos alunos no aprendizado de física. Primeiramente, a olimpíada pode oferecer aos alunos um contexto relevante e desafiador para aplicação dos conceitos teóricos aprendidos em sala de aula. Isso pode aumentar a motivação e o interesse dos alunos pelo estudo da física.

Além disso, a Teoria da Aprendizagem Significativa enfatiza a importância da conexão entre o novo conhecimento e as experiências e vivências prévias do aluno. No caso da Olimpíada de Astronomia e Astronáutica, os alunos podem ser estimulados a conectar os conceitos físicos aprendidos em sala de aula com as experiências práticas e observações do céu, da Lua, dos planetas e das estrelas. Isso pode tornar o aprendizado mais significativo e aumentar a retenção dos conceitos estudados.

Outro aspecto importante da Teoria da Aprendizagem Significativa é a ideia de que a aprendizagem significativa é ativa e construtiva, ou seja, o aluno deve ser protagonista do próprio processo de aprendizagem. Nesse sentido, a Olimpíada de Astronomia e Astronáutica pode oferecer aos alunos a oportunidade de se envolverem ativamente em atividades de pesquisa, observação, experimentação e discussão em grupo, o que pode contribuir para a construção do conhecimento em física de forma mais autônoma e participativa.

Por fim, a Teoria da Aprendizagem Significativa destaca a importância do *feedback* no processo de aprendizagem. Na Olimpíada de Astronomia e Astronáutica, os alunos recebem feedback imediato sobre seu desempenho, o que pode ajudá-los a identificar seus pontos fortes e fracos e a buscar estratégias mais efetivas de aprendizagem. Esse feedback pode ser um fator importante para o aumento do engajamento dos alunos no estudo da física.

2.5 O PAPEL DOS CLUBES DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Houve época em que os clubes de ciências eram comuns nas escolas. De forma semelhante ao que ocorre hoje com as olimpíadas científicas, esses clubes desempenhavam um papel importante em despertar o interesse dos estudantes para os conteúdos de estudo das disciplinas da área das ciências da natureza e para as carreiras científicas.

Com o tempo, esses clubes foram sendo abandonados e hoje percebe-se que são pouco explorados no contexto escolar, seja pela falta de tempo ou, até mesmo, pelo desinteresse de alunos e professores.

Mesmo com todas as mudanças ocorridas no contexto escolar, consideramos que os clubes de ciências ainda podem desempenhar um papel crucial na formação educacional em ciências dos estudantes, proporcionando um ambiente enriquecedor e estimulante para a exploração científica. Na sequência, destacamos algumas habilidades que entendemos serem possíveis de serem trabalhadas por meio desses clubes como descrito por Schmitz e Tomio (2019).

1. Despertar do Interesse pela Ciência:

- Os clubes de ciências oferecem aos estudantes a oportunidade de explorar tópicos científicos de forma prática e envolvente.
- Através de experimentos, observações e discussões, os alunos podem desenvolver uma paixão pela ciência e compreender sua aplicação no mundo real.

2. Estímulo ao Pensamento Crítico e Criativo:

- Participar de um clube de ciências incentiva os alunos a pensarem criticamente, formular hipóteses e buscar soluções para problemas.
- A criatividade é estimulada quando os estudantes são desafiados a projetar experimentos, analisar dados e propor novas ideias.

3. Aprendizado Colaborativo e Socialização:

- Os clubes de ciências promovem a colaboração entre os alunos, permitindo que compartilhem conhecimentos, experiências e descobertas.
- Essa interação social fortalece os laços entre os estudantes e cria um ambiente de aprendizado mais dinâmico.

4. Desenvolvimento de Habilidades Práticas:

- Os clubes de ciências proporcionam aos alunos a oportunidade de aplicar conceitos teóricos em situações reais.
- Eles aprendem a manusear equipamentos, coletar dados, analisar resultados e comunicar suas descobertas de maneira clara.

5. Preparação para Carreiras Científicas:

- Alunos que participam de clubes de ciências desenvolvem habilidades que são essenciais para carreiras em áreas como pesquisa, tecnologia e inovação.
- Essa preparação precoce pode influenciar suas escolhas futuras e motivá-los a seguir carreiras científicas.

Em suma, compreendemos que os clubes de ciências são espaços onde os alunos podem explorar, questionar e se apaixonar pelo conhecimento científico. Eles contribuem para uma educação científica mais efetiva e inspiram futuros cientistas e pesquisadores. Como afirmam Schmitz e Tomio (2019), os clubes de ciências são meios de relações com o saber, onde estudantes e professores compartilham experiências, mobilizando diferentes formas de aprendizado. Por isso, neste trabalho investimos na organização de um clube de astronomia e astronáutica, como forma de despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos de ensino de física.

3 ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA NO ENSINO DE FÍSICA

A física é a parte das ciências que estuda os fenômenos naturais tentando entendê-los através de experimentos e análises matemáticas. O empenho de alguns grandes nomes da ciência como Newton, Kepler, Galileu, Copérnico e Aristóteles nos ajudou a compreender o universo que nos cerca. Suas descobertas deram base para entendermos como se dá a interação entre os corpos celestes e sua dinâmica, descrevendo a maravilhosa dança cósmica que eles desempenham.

Todo esse conhecimento já construído constitui um legado valioso que nos ajuda compreender a evolução do pensamento humano sobre onde nos situados no cosmos. Parte desse conhecimento pode ser compartilhado por meio das disciplinas escolares, em especial a física.

Neste capítulo mostraremos como o conteúdo de astronomia e astronáutica é apresentado nos livros didáticos e como foi inserido no contexto deste trabalho.

3.1 ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA NA FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

O conteúdo escolar de Física, assim como outras disciplinas do ensino médio brasileiro, segue um padrão tradicional já preestabelecido pelos livros didáticos. Um exemplo de divisão de matéria que pode ser usada é a do livro “Tópicos de Física” Helou *et al.* (2012). Trata-se de um livro bastante difundido nas escolas particulares do Brasil devido ao seu bom nível de explicação teórica.

Neste livro, assim como em muitos outros, encontramos alguns tópicos de astronomia abordados de forma muito superficial, normalmente limitado ao estudo das Leis de Kepler e da Lei da Gravitação Universal. Há também tópicos que aparecem de forma dispersa em outros conteúdos, sem fazer uma correlação direta com os temas de astronomia e astronáutica. No cap. 1 (Introdução) do livro Tópicos da Física, vol. 1, que tomamos de base para esta análise, encontramos, por exemplo, a apresentação da definição da unidade de medida “ano-luz”, porém, não explora exemplos da astronomia que poderiam dar mais significado a esta unidade. O livro trata apenas da unidade de medida, comparando a diferença entre ano-luz como medida de escala astronômica e angström como medida da escala atômica. Entendemos que poderia ser explorada, por exemplo, a comparação de distâncias como da Terra ao sol, que a luz demora cerca de oito minutos para percorrer, com a

distância do Sol até a outra estrela mais próxima, cuja luz demora cerca de 4,2 anos para percorrer. Essas discussões, geralmente, chamam a atenção dos estudantes e colaboram para aumentar o interesse dos alunos pelas aulas de física.

Além disso, existem várias áreas da física que ajudam na compreensão de conceitos mais complexos da astronomia e da astronáutica, como a dinâmica dos corpos celestes, as propriedades dos campos gravitacionais e a geração e propagação de ondas eletromagnéticas no espaço, que poderiam ser mais bem explorados nos livros didáticos.

Quando usamos a astronomia para aguçar a curiosidade dos alunos, por meio de informações e ilustrações divulgadas na grande mídia, por exemplo, fazemos com que os alunos tenham mais curiosidade em conhecer mais sobre o universo. Para um professor atento, essas informações podem se configurar numa boa estratégia para que o processo ensino e aprendizagem aconteça de forma mais fluida e tranquila, de forma a estabelecer relações com os conhecimentos prévios dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais significativa e duradoura, como preconiza Ausubel (2000).

Há também situações em que conceitos astronômicos são utilizados antes mesmo de serem abordados no livro didático. Por exemplo, o livro que analisamos traz a seguinte definição de peso: “O peso de um corpo é a força de atração gravitacional exercida sobre ele” Helou *et al.* (2012, p.146), ou seja, o conceito de força de atração gravitacional é utilizado antes de esta ser definida, o que só ocorre no Tópico 4- Gravitação, que é um capítulo bem mais à frente no livro.

No Tópico 4, que trata do tema Gravitação, os autores começam fazendo uma abordagem histórica sobre os planetas do sistema solar e uma discussão sobre heliocentrismo e geocentrismo. Antes de apresentar as leis de Kepler apresentam a definição do que é uma elipse, para que os alunos possam entender quando esta for citada nas leis de Kepler. Mais do que definir o que é uma elipse, consideramos importante que o professor demonstre aos alunos como se desenha uma elipse, deixando claro que as trajetórias dos planetas não são tão excêntricas como mostrado nos desenhos dos livros didáticos.

Apesar da abordagem tradicional feita no livro, com um enfoque ainda bastante conteudista, encontramos algumas informações, com intuito de contextualização, que poderiam ser exploradas para aumentar o interesse dos alunos, como por exemplo:

- Plutão e Caronte e o motivo que levou plutão ser rebaixado a planeta-anão. (Helou *et al.*, 2012, p. 230-259)

- Fala sobre a história do Sputnik e satélites estacionários. (Helou *et al.*, 2012, p. 230-259)
- Texto: “Satélite: a física nas comunicações” (Helou *et al.* 2012, p. 230-259)
- Estação espacial internacional. (Helou *et al.* 2012, p. 230-259)
- O dia que o primeiro homem pisou na Lua e o primeiro brasileiro a ir para o espaço. (Helou *et al.*, 2012, p. 230-259)
- Buracos negros. (Helou *et al.*, 2012, p. 230-259)

Em outros capítulos temas de astronomia são mais raros, mas ainda aparecem, como na referência ao fato de não ouvirmos sons no espaço: “Se fosse possível ouvir sons no espaço, este teria sido um grande estrondo [...]” (Helou *et al.*, 2012, p. 353).

Porém, isso não é recorrente. Por exemplo, no capítulo de aborda o tema “Quantidade de movimento”, o lançamento de foguetes poderia ter sido mais aproveitado, mostrando a variação de velocidade por desacoplamento das partes do foguete, ou até mesmo, a questão da propulsão no espaço: como um corpo pode ser impulsionado no espaço sem nenhum ponto de apoio?

Infelizmente, a maioria dos cursos de física do ensino médio continuam apresentando aos estudantes fórmulas para serem decoradas e aplicadas na resolução de exercícios que não fazem parte do seu mundo real. São colocadas, por exemplo, proposições como “despreze a resistência do ar”, ou de carros que se movem com velocidade constante. Isso não faz sentido para o aluno, pois no mundo real não temos essas condições especiais, tornando-se para ele um estudo sem aplicação.

Quando solicitamos aos alunos para fazerem a análise de uma situação real, como no lançamento de um foguete para a OBA, ele percebe que algumas grandezas, geralmente consideradas desprezíveis, podem influenciar diretamente nos resultados obtidos.

Apesar da abordagem tradicional apresentada nos livros de física, podemos observar que questões de exames vestibulares e do ENEM, costumam destacar conteúdos astronomia e astronáutica de forma mais contextualizada, como podemos observar na questão apresentada a seguir, extraída da prova do vestibular da UFJF de 2017.

Questão-01 - (UFJF MG/2017)

Um satélite geoestacionário é um satélite que se move em uma órbita circular acima do Equador da Terra seguindo o movimento de rotação do planeta em uma altitude de 35.786 km. Nesta órbita, o satélite parece parado em relação a um observador na Terra. Satélites de comunicação, como os de TV por assinatura, são geralmente colocados nestas órbitas geoestacionárias. Assim, as antenas colocadas nas casas dos consumidores podem ser apontadas diretamente para o satélite para receber o sinal. Sobre um satélite geoestacionário é correto afirmar que:

- a) a força resultante sobre ele é nula, pois a força centrípeta é igual à força centrífuga.
- b) como no espaço não existe gravidade, ele permanece em repouso em relação a um ponto fixo na superfície Terra.
- c) o satélite somente permanece em repouso em relação à Terra se mantiver acionados jatos propulsores no sentido oposto ao movimento de queda.
- d) a força de atração gravitacional da Terra é a responsável por ele estar em repouso em relação a um ponto fixo na superfície da Terra.
- e) por estar fora da atmosfera terrestre, seu peso é nulo.

Consideramos esta questão como um bom exemplo de exercício de física que foge das costumeiras contas e mesmo assim consegue abordar temas de astronomia e astronáutica associados aos conteúdos de ensino de física do ensino médio.

3.2 ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA NA GRADUAÇÃO EM FÍSICA

Uma parte significativa dos estudantes que ingressam na graduação em física são atraídos pela astronomia. Porém, se decepcionam logo de cara por perceberem que a respeito deste tema não vão se aprofundar muito além do que já foi visto no ensino médio, exceto pelo tratamento matemático mais elaborado. Disciplinas específicas que abordem conteúdos de astronomia e astronáutica também são raras na graduação em física.

Nesta parte, procuramos fazer uma análise dos conteúdos relacionados à astronomia presentes na coleção de física geral dos autores Sears *et al.* (2008). Trata-se de um dos livros mais difundidos nas graduações em física e em engenharia no Brasil, juntamente com Halliday e Resnick e Paul Tipler.

Analisando o conteúdo do vol. 1 – Mecânica, surpreendentemente não identificamos nenhuma referência significativa sobre astronomia, no máximo encontramos alguns exercícios no final dos capítulos que faziam referência ao tema, como, por exemplo, no exercício ilustrado na Figura 4, que trata do pouso de um módulo explorador na Lua.

Figura 4 -exercício do Livro Sears com a resolução.

Figura 4: exercício sobre pouso de um módulo explorador na Lua

2.40 Descida na Lua. Um módulo explorador da Lua está pou-sando na Base Lunar I (Figura 2.40). Ele desce lentamente sob a ação dos retropropulsores do motor de descida. O motor se sepa- ra do módulo quando ele se encontra a 5,0 m da superfície lunar e possui uma velocidade para baixo igual a 0,8 m/s. Ao se sepa- rar do motor, o módulo inicia uma queda livre. Qual é a veloci- dade do módulo no instante em que ele toca a superfície? A ace- leração da gravidade na Lua é igual a $1,6 \text{ m/s}^2$.

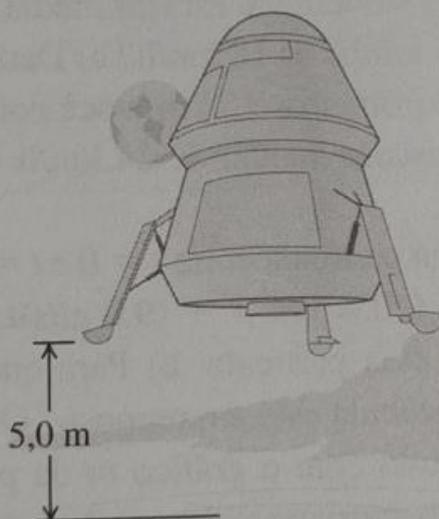


Figura 2.40 Exercício 2.40.

Fonte: Sears *et al.* (2008, p. 63)

3.2.1 Gravitação

O tema “Gravitação” é abordado no Vol. 2 da coleção. A interação gravitacional é uma das quatro forças fundamentais da natureza. A lei da gravitação universal, proposta por Isaac Newton, descreve como dois corpos interagem entre si. Na graduação, esse tema é explorado com mais detalhes, incluindo como a gravitação se relaciona com outras forças fundamentais.

A Lei da Gravitação Universal de Newton é uma lei fundamental da física que descreve a interação gravitacional entre dois corpos. Esta lei é expressa matematicamente como:

$$\mathbf{F} = \mathbf{G} \cdot \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

onde F é a força gravitacional entre os dois corpos, m_1 e m_2 são as massas dos corpos, r é a distância entre os centros dos dois corpos e G é a constante gravitacional.

Em um curso universitário de física, frequentemente se trabalharia essa lei no contexto das leis do movimento de Newton. Como exemplo, pode-se usar a segunda lei do movimento de Newton ($F = m \cdot a$) juntamente com a lei da gravitação para analisar o movimento de um corpo sob a influência da gravidade.

Além disso, em um curso de física mais avançado de física, pode-se usar integrais para derivar a lei da gravitação a partir da lei de Gauss para a gravidade, ou usar derivadas para analisar como a força gravitacional muda com a distância.

A demonstração da Lei da Gravitação Universal de Newton usando a Lei de Gauss envolve a aplicação do teorema de Gauss para o campo gravitacional, que é análogo ao seu uso no eletromagnetismo. Aqui está um esboço de como essa demonstração pode ser feita, baseada em Germano (2017).

Assumir uma distribuição de massa esférica simétrica: Para simplificar a demonstração, consideramos uma esfera de massa (M) com simetria esférica. Isso permite que o campo gravitacional seja considerado uniforme em uma superfície esférica imaginária ao redor da massa.

Aplicar a Lei de Gauss para gravidade: A Lei de Gauss para gravidade afirma que o fluxo do campo gravitacional através de uma superfície fechada é proporcional à massa encerrada dentro dessa superfície. Matematicamente, isso é expresso como:

$$\oint \vec{S}_g \cdot d\vec{A} = -4\pi G M_{\text{int}}$$

onde (\vec{S}_g) é o campo gravitacional, $(d\vec{A})$ é um vetor de área infinitesimal apontando para fora da superfície (S), e (M_{int}) é a massa contida dentro da superfície.

Calcular o campo gravitacional: Para uma esfera de raio (r), o campo gravitacional (g) é constante em todos os pontos da superfície e direcionado radialmente para dentro. Portanto, o fluxo do campo gravitacional através da

superfície é simplesmente o produto do campo gravitacional pela área da superfície esférica:

$$\oint \vec{S}_g \cdot d\vec{A} = g \cdot 4\pi r^2$$

Igualar as duas expressões: Igualando a expressão do fluxo do campo gravitacional com a expressão da Lei de Gauss, temos:

$$g \cdot 4\pi r^2 = -4\pi GM$$

Simplificando, obtemos o campo gravitacional (g) em função da massa (M) e do raio (r):

$$g = -\frac{GM}{r^2}$$

Relacionar com a força gravitacional: A força gravitacional entre duas massas é o produto do campo gravitacional por uma das massas (digamos, m):

$$F = m \cdot g$$

Substituindo (g) da etapa anterior, obtemos a Lei da Gravitação Universal de Newton:

$$F = -G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2}$$

Essa demonstração mostra que a Lei de Gauss para gravidade é consistente com a Lei da Gravitação Universal de Newton e pode ser usada para derivá-la em casos de simetria esférica. A negatividade no campo gravitacional e na força indica a natureza atrativa da gravidade.

Porém, é importante frisar que a Lei da Gravitação Universal de Newton é uma aproximação. Para uma descrição mais precisa da gravidade, especialmente em condições extremas, você precisaria usar a teoria da relatividade geral de Einstein. No entanto, a lei da gravitação de Newton é suficientemente precisa para muitas

aplicações, especialmente em escalas que encontramos na vida cotidiana e na maioria das aplicações astronômicas.

O estudo da gravitação apresentado no livro dos autores Sears *et al.* (Vol.2, cap12, p. 1-35, 2008) apresenta uma abordagem histórica, seguida de conceitos matemáticos. Não há uma análise mais aprofundada dos fenômenos gravitacionais, dando a sensação de que os cálculos são mais importantes que os fenômenos.

3.2.2 Leis de Kepler

As leis de Kepler descrevem o movimento dos planetas ao redor do sol. Essas leis são uma extensão natural do estudo da gravitação e fornecem uma compreensão mais profunda do movimento planetário. O assunto Leis de Kepler é tratado no livro Sears *et al.* (Vol.2, cap12, p. 13-15, 2008) sem um aprofundamento na contextualização histórica. Copérnico é citado com suas contribuições para o heliocentrismo e o astrônomo dinamarquês Tycho Brahe, predecessor de Kepler, com seu compilado de dados sobre os movimentos aparentes dos astros. A partir de então as leis de Kepler são definidas como se segue.

Primeira Lei de Kepler (Lei das Órbitas)

A primeira lei de Kepler, também conhecida como a lei das órbitas, afirma que os planetas se movem em órbitas elípticas, com o sol em um dos focos da elipse. Matematicamente, uma elipse pode ser descrita pela equação:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

onde a e b são os semieixos maior e menor da elipse, respectivamente.

No livro analisado a equação da elipse é descrita, mas não aparece explicitamente, como apresentada anteriormente, o que dificulta sua visualização pelo aluno. No ensino médio, como mostramos anteriormente, a equação nem aparece, apresentando-se apenas uma noção empírica da ideia do que é uma elipse.

Segunda Lei de Kepler (Lei das Áreas)

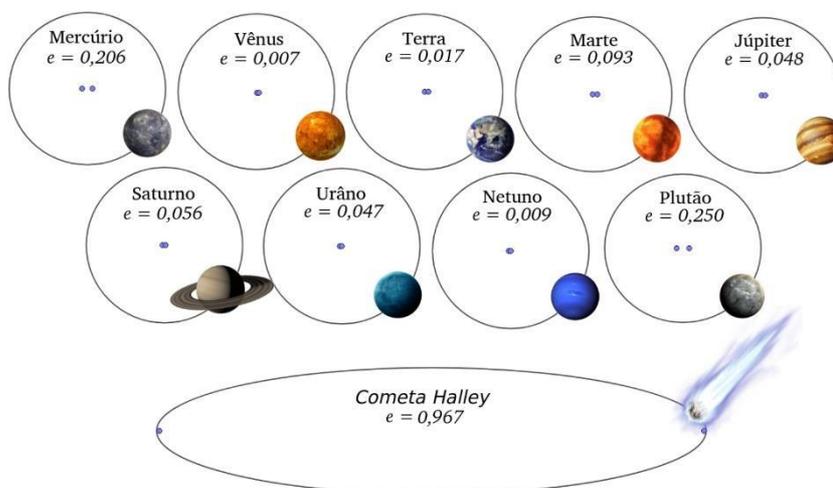
A segunda lei de Kepler, a lei das áreas, afirma que a linha que conecta um planeta ao sol varre áreas iguais em tempos iguais. Isso implica que os planetas se

movem mais rápido quando estão mais próximos do sol. Esta lei é uma consequência direta da conservação do momento angular e pode ser expressa matematicamente como:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot \frac{d\theta}{dt} = \text{Constante}$$

A Figura 5 traz a representação das excentricidades das elipses das órbitas dos planetas do sistema solar.

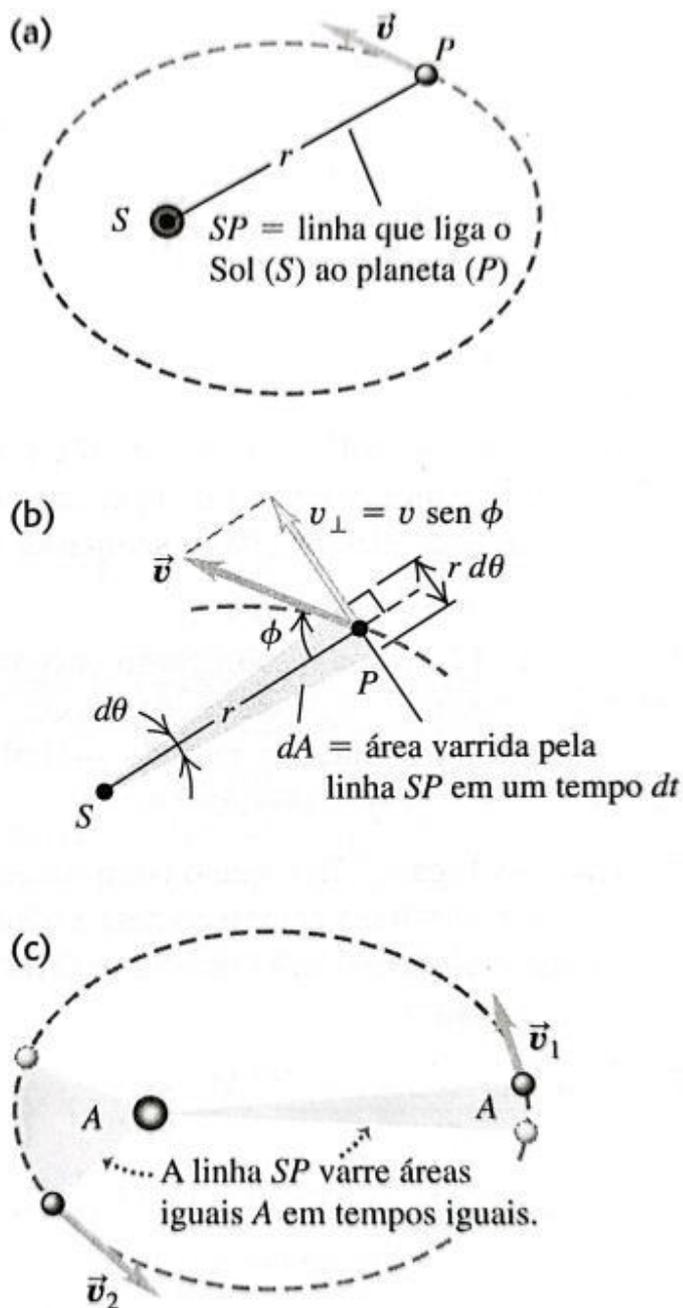
Figura 5: excentricidade das elipses do sistema solar



Fonte: <https://webfisica.com/fisica/curso-de-fisica-basica/aula/3-27>

No entanto, as representações feitas nos livros didáticos (Figura 6) geralmente contrariam a ideia de elipse apresentada na Fig. 5, mostrando uma elipse muito excêntrica, que muitas vezes induz erros conceituais, levando os estudantes a pensarem que as estações do ano estão relacionadas à proximidade da Terra ao Sol no decorrer de sua órbita.

Figura 6: Representação ilustrativa da 2ª Lei de Kepler



Fonte: Sears et. al. (2008, p. 15)

Na representação mostrada na Figura 6 A é a área varrida, r é a distância do planeta ao sol, e θ é o ângulo formado pela linha que conecta o planeta ao sol. Além disso o livro apresenta ainda uma outra abordagem da segunda lei de Kepler em função do momento angular do planeta em relação ao Sol: $\vec{L} = \vec{r} \times m\vec{v}$ (Sears, et al. Vol. 2, cap12, p.14-15, 2008).

Terceira Lei de Kepler (Lei dos Períodos)

A abordagem da terceira lei de Kepler afirma que o quadrado do período de qualquer planeta é proporcional ao cubo do semieixo maior de sua órbita. Isso pode ser expresso como:

$$\frac{T^2}{a^3} = k$$

onde T é o período orbital, a é o semieixo maior, e k é uma constante de proporcionalidade.

No entanto, na graduação utiliza-se uma outra abordagem para esta equação:

$$T = \frac{2\pi a^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{Gm_s}}$$

que pode ser obtida igualando-se a equação da atração gravitacional com a equação da força centrípeta.

Essas leis são fundamentais para a compreensão do movimento planetário e são um exemplo do poder da matemática na descrição do universo.

3.2.3 Campo Gravitacional Terrestre

O campo gravitacional terrestre é o campo de força que existe ao redor da Terra devido à sua massa. O livro dos autores Sears *et. al.* (Vol.2, cap.12, p. 5, 2008), depois faz uma breve explicação sobre “Por que as forças gravitacionais são importantes”, traz uma introdução a ideia do conceito de Campo, para depois definir o que vem a ser campo gravitacional.

O campo gravitacional é uma maneira de descrever a influência gravitacional que um corpo massivo exerce sobre os objetos ao seu redor. No caso da Terra, o campo gravitacional descreve a influência gravitacional que a Terra exerce sobre os objetos próximos a ela.

A intensidade do campo gravitacional em um ponto no espaço é definida como a força gravitacional que um objeto de prova de massa unitária experimentaria se

fosse colocado nesse ponto. Matematicamente, o campo gravitacional g de um corpo de massa M a uma distância r do centro do corpo é dado por:

$$g = G \cdot \frac{M}{R^2}$$

onde G é a constante gravitacional. Esta é a mesma expressão que encontramos na Lei da Gravitação Universal de Newton, mas escrita em termos de uma massa de prova unitária (SEARS, et al. Vol.2, cap12, 2008).

No caso da Terra, podemos substituir M pela massa da Terra e r pelo raio da Terra para obter a aceleração devida à gravidade na superfície da Terra, que é aproximadamente 9.81 m/s^2 .

Aqui também é importante destacar que esta é uma simplificação. Na realidade, o campo gravitacional da Terra não é perfeitamente uniforme, mas varia de lugar para lugar devido à rotação da Terra e à distribuição não uniforme de sua massa. No entanto, para muitos propósitos, a aproximação de um campo gravitacional uniforme é suficientemente precisa.

O cap. 12 do livro Sears et al. (2008) explora ainda outros conceitos relacionados ao conteúdo de astronomia, tais como: Energia potencial gravitacional (p. 8-10); Movimentos planetários e o centro de massa (p. 17); Distribuição de massa esférica (p. 17-20); e Peso aparente e rotação da Terra (p. 20 e 2).

Na última parte do capítulo 12, os autores dedicam ainda quase quatro páginas ao estudo dos Buracos negros, com a apresentação do raio de Schwarzschild e horizonte de eventos. (Sears, et al. Vol.2, cap.12, p. 22-25, 2008)

Entendemos que o Cap. 12 do livro dos autores Sears, et al. (vol.2, 2008), possibilita uma breve introdução para alunos que desejam se aprofundar nos estudos de astronomia. Mas ainda assim, há consideramos que muitos outros links poderiam ser estabelecidos para que o interesse por temas de astronomia e astronáutica fosse ainda maior, como, por exemplo: matéria escura e ondas gravitacionais ou o próprio estudo da reentrada de um foguete na atmosfera Terrestre.

3.3 ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA NA OBA E NA MOBFOG

A compreensão da gravitação, das leis de Kepler e do campo gravitacional terrestre é essencial para a exploração espacial e o estudo dos corpos celestes. Porém, não são suficientes. Nesse sentido, a comissão organizadora da OBA disponibiliza, por meio de seu site (<https://www.oba.org.br/site/>), um conjunto de

materiais bibliográficos e vídeos para a preparação de professores e alunos para as provas das OBA e MOBFOG.

A Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) é uma competição acadêmica que visa promover o interesse e o conhecimento em astronomia e astronáutica entre os estudantes brasileiros. A competição está aberta a alunos de todas as séries do ensino fundamental e médio, e é dividida em quatro níveis para acomodar adequadamente a variedade de idades e níveis de conhecimento dos participantes. No link indicado anteriormente também é possível ter acesso às provas e gabaritos da OBA desde 1998.

A OBA consiste em exames teóricos que abrangem uma variedade de tópicos em astronomia e astronáutica. Cada exame contém dez perguntas, sete das quais são sobre astronomia e três sobre astronáutica. Embora o conhecimento específico desses campos seja necessário, a maioria das questões é projetada para avaliar o raciocínio lógico dos alunos, em vez de simplesmente testar a retenção de fatos. Segundo Zárate et. al. (2009), a prova da OBA pode ser dividida em 5 tipos de questões: as questões de conhecimento direto que são do Tipo 1, as questões de cálculo que são do Tipo 2, as questões de raciocínio e conhecimento que são do Tipo 3, as questões de compreensão que são do Tipo 4 e as questões CTS (ciência, tecnologia e sociedade) que são do Tipo 5. Os percentuais de cada questão podem variar um pouco de acordo com o nível da prova (Zárate et al., 2009).

Além dos exames teóricos, a OBA também inclui uma componente prática. Isso pode envolver uma variedade de atividades, como a manipulação de telescópios, sessões de planetário, o uso de cartas celestes e a construção de foguetes de garrafas PET. Alguns estudos sobre a OBA destacam que as atividades práticas propostas na olimpíada ajudam a contextualizar a teoria abordada em sala de aula, como destacado por Zárate et al. (2009).

As atividades práticas, bem orientadas e não dirigidas, também ajudam a desenvolver estratégias aplicadas e contextualizadas muito melhor que os problemas, inclusive os abertos. Elas permitem ao aluno refletir sobre fatos reais, redirecionar o conhecimento, reagir e reformular soluções possíveis, procurar alternativas, aceitar fracassos e assumir êxitos. Principalmente quando o professor sabe que o verdadeiro ator dessa peça deve ser o aluno (Zárate et al., 2009, p.622).

É importante notar que a OBA e a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) são eventos distintos, embora sejam coordenados pela mesma organização. A

MOBFOG é uma competição separada que se concentra especificamente no lançamento de foguetes.

Em suma, a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica é uma competição que ajuda a promover o interesse e a educação em astronomia e astronáutica entre os estudantes brasileiros. Através de uma combinação de exames teóricos e atividades práticas, a OBA oferece aos alunos uma oportunidade única de explorar esses campos de conhecimentos de uma maneira envolvente e *hands-on*, ou seja, “mão na massa”, disponível para todos os professores que o desejarem.

Segundo Nascimento (2020) as olimpíadas de astronomia podem também apresentar um aspecto excludente devido a seu caráter competitivo. Segundo o autor “essa ideologia está presente em diversos âmbitos sociais, e quando está presente no contexto escolar, gera malefícios tanto para o aprendizado científico, quanto para o aprendizado social” (Nascimento, 2020, p. 34). Porém, essa questão é controversa nos estudos realizados sobre a OBA. O estudo de Campagnolo (2011), por exemplo, não encontrou indícios de que a OBA provocasse características competitivas individualistas nos alunos. Na pesquisa realizada por ele não foi detectado

[...] qualquer indício de que a realização da OBA gerasse qualquer característica competitiva-individualista nos alunos, assim como já havia sido detectado por CANALLE et al. (2008). O que detectamos foi justamente o oposto: os alunos não participam da Olimpíada pela competição, mas pela participação de uma atividade diferenciada. (Campagnolo, 2011, p. 60)

Os alunos, no geral, se interessam por temas de astronomia, muitas vezes inspirados em filmes de ficção científica. Esse fato faz com que perguntas, tais como: O que nos mantém presos a Terra? Por que não caímos no espaço? Como nascem as estrelas? É possível viver em Marte? sejam frequentemente feitas pelos alunos em sala de aula. Porém, na maioria das vezes, são deixadas de lado, porque temos muita matéria para dar e um vasto cronograma para cumprir. Com isso, deixamos escapar uma grande chance de conquistar o interesse dos alunos, aproveitando sua curiosidade para favorecer os processos de ensino de aprendizagem dos conteúdos de física.

Neste trabalho, defendemos a ideia associar temas abordados na OBA aos conteúdos presentes nos livros didáticos, para tentar responder essas e outras perguntas como forma de tornar o ensino de física um pouco mais atrativo para os estudantes.

4 METODOLOGIA

O ensino baseado em problemas (EBL) é uma abordagem educacional que coloca os alunos no centro do processo de aprendizagem. Em vez de utilizar métodos tradicionais de ensino, essa metodologia envolve os alunos na resolução de problemas do mundo real. Os estudantes trabalham em grupos para identificar e analisar problemas, formulam perguntas, realizam pesquisas e desenvolvem soluções. Esse método enfatiza o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, colaboração, pensamento crítico e aplicação prática do conhecimento.

Para aplicar essa metodologia é necessário que os alunos tenham conhecimentos prévios do tema de estudo. Para a proposta didática que desenvolvemos para este trabalho os alunos precisariam ter conhecimentos básicos sobre leis de Newton, força resultante, movimento circular uniforme, bem como sobre as propriedades dos planetas, como raio, massa, distância do Sol etc.

Na maioria dos livros didáticos utilizados nas aulas de física, esses conteúdos são abordados no primeiro ano do ensino médio. Vários desses assuntos podem ser facilmente relacionados com astronomia e astronáutica, como, por exemplo:

- Gravitação: As leis de Kepler; Universalidade das leis de Kepler; Lei de Newton da atração das massas; Satélites; Estudo do campo gravitacional de um astro e Variação aparente da intensidade da aceleração da gravidade devido à rotação do astro.
- Movimentos em campo gravitacional uniforme: Aceleração de um corpo em movimento livre; Campo gravitacional uniforme; Movimento vertical em campo gravitacional uniforme; Propriedades do movimento vertical e Movimento parabólico em campo gravitacional uniforme.

Conteúdo do 2º e do 3º ano, como termologia, termodinâmica, óptica, eletricidade e magnetismo, também são importantes para a compreensão dos fenômenos estudados em astronomia e astronáutica.

Dessa forma, consideramos importante que os professores tenham cuidado em identificar quais conceitos e teorias são necessários para a resolução dos problemas que serão propostos e, dessa forma, garantir que os alunos tenham uma compreensão mínima desses conceitos antes de aplicar a metodologia.

4.1 O CONTEXTO DA ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Conforme indicado na introdução, nosso estudo partiu da hipótese de que a participação na Olimpíada de Astronomia pode ser uma forma eficaz de aumentar o interesse e o engajamento dos alunos nas aulas de física, estimulando o aprendizado e o desenvolvimento de habilidades teóricas e práticas.

Para isso, em 2022, ainda no período da pandemia da Covid-19, organizamos um Clube de Astronomia, que funcionaria de forma remota, com o objetivo de preparar estudantes para participarem da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica.

A instituição escolhida foi uma escola de ensino fundamental e médio da cidade de Três Rios-RJ, na qual o pesquisador era docente naquela época. O convite para participação no clube foi feito uma turma do 1º ano do ensino médio. Inicialmente, os alunos se mostraram muito receptivos à ideia e a direção da escola também apoiou o trabalho se propondo a fornecer os materiais e recursos necessários para as aulas.

O cronograma de atividades foi organizado da seguinte forma:

1. Apresentação da proposta do clube e convite para participar.
2. Preenchimento de um formulário on-line.
3. Encontros síncronos (virtuais) – Foram seis encontros, um para cada tema proposto.
4. Encontros presenciais – Foram previstos três encontros, já no retorno das atividades presenciais, para construção e lançamento do foguete.
5. Realização da Prova da OBA.
6. Discussão da prova com os estudantes.

Antes de começarmos os encontros do Clube de Astronomia, foi pedido que os alunos que se interessassem por participar da OBA respondessem um formulário (Apêndice A) que serviu para nortear a montagem da sequência didática das aulas que seriam organizadas no *Google Classroom*, com discussões síncronas no aplicativo *Discord*.

Algumas questões apresentadas no formulário visavam identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre conteúdos relacionados aos temas estudados na OBA, tais como: 9) Na sua opinião, Física e Astronomia estão relacionadas? 11) Quais movimentos da Terra você conhece? 12) Cite o nome dos planetas que você conhece. 14) Qual é a força que nos mantém presos a Terra?

As respostas dadas pelos estudantes a estas e outras questões nos auxiliaram na escolha e organização dos temas que seriam abordados nos encontros síncronos virtuais. Esses encontros ocorreram de forma quinzenal e cada um deles era orientado por uma questão/problema norteador. Na última atividade dos encontros síncronos, os estudantes seriam desafiados a fazer o lançamento de um foguete virtual por meio do aplicativo Rocket. A seguir apresentamos os tópicos organizadores dos encontros síncronos.

- O que nos mantém presos a Terra? Por que não caímos no espaço?
- Como o movimento dos planetas influencia nas nossas vidas?
- Como nascem as estrelas?
- É possível viver em Marte? Como podemos chegar lá?
- Existem satélites Brasileiros?
- Simulação de lançamento de foguete.

A descrição completa da proposta didática encontra-se no Apêndice B desta dissertação. Também foram previstos três encontros presenciais, quando houvesse a liberação para este tipo de atividade, em que os alunos ficaram incumbidos de montar e lançar um foguete impulsionado por propelente sólido. O desafio era conseguir fazer o foguete atingir o maior alcance possível.

Para cada um dos tópicos foram disponibilizados, previamente, materiais para leitura e vídeos para serem assistidos antes dos encontros. Durante alguns encontros era solicitado aos estudantes que respondessem um formulário com algumas questões sobre o tema da aula. A partir das respostas, fazendo uso dos parâmetros indicados na metodologia da instrução por colegas (IpC), decidíamos se dávamos continuidade na parte teórica ou se retomávamos os conceitos já abordados.

Nos encontros também eram propostos problemas para os estudantes resolverem, tais como:

- Como calcular a velocidade de um foguete em órbita ao redor da Terra?
- Como se calcula a massa da Terra?

A dinâmica para resolução desses problemas seguia as orientações da EBP, observando os seguintes passos:

1. Organização dos alunos em grupos para discutir os conteúdos do material (textos e vídeos) disponibilizado previamente.

2. Apresentação do problema para discussão nos grupos. Cada grupo deveria propor uma solução para o problema, com base nos conhecimentos que já possuíam e/ou pesquisas realizadas durante a discussão.
3. Acesso a informações sobre fenômenos e objetos reais relacionados ao problema apresentado, como, por exemplo, informações sobre a órbita da Estação Espacial Internacional (*ISS-International Space Station*) ao redor da Terra. Essas informações poderiam ser disponibilizadas pelo professor ou buscadas diretamente pelos estudantes na internet.
4. Discussão e apresentação das soluções propostas. Os alunos eram incentivados a refletir sobre o processo de resolução do problema, identificando os conceitos de física que foram aplicados, as dificuldades encontradas e as estratégias utilizadas para superá-las.

Consideramos que essas atividades podem ajudar os alunos a desenvolverem habilidades de resolução de problemas, além de permitir que eles explorem conceitos de física de uma forma mais contextualizada e significativa, através do estudo de um tema interessante e atual, relacionado a astronomia e/ou astronáutica.

5 RELATO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

A aplicação do produto ocorreu em 2022, logo após o período de isolamento social decorrente da pandemia da Covid-19. Os alunos de uma turma de 1º ano do ensino médio, com cerca de 40 estudantes, foram convidados para participarem de um clube de astronomia que se reuniria de forma online, quinzenalmente, as quartas-feiras, às 19:00, no período de março a outubro de 2022, com duração de aproximadamente uma hora por encontro. No momento do convite, pelo menos metade da turma demonstrou interesse, mas nem todos efetivaram sua participação, ficando em torno de 5 a 8 alunos por encontro.

Os encontros síncronos virtuais ocorreram por meio do aplicativo *Discord*³. Trata-se de uma plataforma de comunicação amplamente utilizada por jogadores, mas também serve para outros propósitos, como clubes escolares ou outros tipos de comunidade. Ela permite fazer chamadas de voz e compartilhar mídia em tempo real. Apresenta a vantagem de que as comunidades podem ser privadas, com convites para participação, ou abertas para tratar de assuntos mais amplos. Além disso, é uma plataforma segura para atividades escolares porque oferece controle sobre com quem você interage e de que forma.

Para dar suporte a estes encontros, foi criada uma sala virtual no aplicativo *Google Classroom* (Figura 7). Nesta sala foram organizados as atividades e os materiais que seriam discutidos nos encontros síncronos das quartas-feiras.

Figura 7: Print da tela inicial da sala virtual



Fonte: acervo do autor

³ <https://discord.com/>

Para que os encontros fossem guiados na perspectiva de uma participação ativa dos alunos, foi estabelecido o seguinte acordo, disponibilizado no mural da sala virtual:

— *“Olá, eu sou o professor Cleber e coordenarei as atividades do nosso clube. Nossos encontros acontecerão no seguinte formato:*

- *Para cada encontro teremos vídeos, textos e atividades para serem vistos e lidos com antecedência, antes dos encontros.*
- *Nos encontros síncronos faremos discussões sobre o tema e as atividades sugeridas para verificar se o tema foi entendido.*
- *Após essa discussão, faremos uma conversa sobre os pontos que se mostrarem mais necessários.*

Sejam todos bem-vindos e contem comigo para orientá-los.

Um grande abraço!”

Antes do primeiro encontro foi enviado um formulário (Apêndice A) para saber sobre as preferências dos alunos e fazer um levantamento dos conhecimentos de física que eles possuíam.

A sala virtual foi organizada em seis seções. Cada seção foi nomeada com questões e/ou temas que seriam abordados nos encontros. Antes dos encontros, era solicitado aos estudantes que lessem os textos e assistissem aos vídeos disponibilizados no *classroom*. A seguir faremos uma breve descrição do conteúdo de cada uma dessas seções.

5.1 O QUE NOS MANTÉM PRESOS À TERRA?

Nesta seção foi disponibilizado para leitura prévia o capítulo: “Fundamentos da História da Astronomia” (Canalle, 1994).

No momento do encontro síncrono foram disponibilizadas duas questões da prova da OBA 2020 de aplicação direta da lei de gravitação universal de Newton, e duas outras questões, da mesma prova, envolvendo a terceira lei de Kepler. Estas questões foram disponibilizadas durante o encontro síncrono pelo *Discord*, junto com um *Google forms* para que os alunos pudessem marcar as respostas.

No início do encontro foi solicitado aos estudantes que expusessem seu ponto de vista em relação às questões apresentadas. Os alunos disseram que as questões eram complicadas, mas que lembraram da equação que haviam visto no material

disponibilizado no *Google Classroom*, e que usaram as equações para resolver as questões.

Depois da discussão inicial foram propostos alguns exercícios da prova da OBA, que abordavam o tema gravitação. A seguir apresentamos uma das questões discutidas com os alunos (OBA, 2020, Questão 11).

A Lei da Gravitação Universal, de Isaac Newton, diz que a força, F , entre dois corpos de massas m_1 e m_2 é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre seus centros, ou seja:

$$F = G \cdot \frac{m_1 m_2}{d^2}, \text{ onde } G \text{ é chamada de Constante Universal da Gravitação.}$$

Terra e Vênus têm quase a mesma massa ($m_{Vênus} = m_{Terra}$), mas a Terra está a 1 Unidade Astronômica (UA) de distância do Sol e Vênus está a 0,7 UA do Sol. Assinale com um X a opção que indica o quão maior é, aproximadamente, a força gravitacional do Sol sobre Vênus do que a força gravitacional do Sol sobre a Terra. Dica: faça a razão entre as forças gravitacionais do Sol sobre Vênus e do Sol sobre a Terra.

() $\frac{F_{\text{Sol-Vênus}}}{F_{\text{Sol-Terra}}} = 0,49$

() $\frac{F_{\text{Sol-Vênus}}}{F_{\text{Sol-Terra}}} = 2$

() $\frac{F_{\text{Sol-Vênus}}}{F_{\text{Sol-Terra}}} = 0,7$

() $\frac{F_{\text{Sol-Vênus}}}{F_{\text{Sol-Terra}}} = 1$

Esta questão foi escolhida porque trata da força da gravitação universal de Newton no contexto das interações entre o Sol e os planetas do sistema solar, uma das matérias abordadas no material que foi disponibilizado aos estudantes, para testar se eles conseguiram entender o que foi lido, após uma pequena explanação.

Dos quatro exercícios apresentados, os alunos conseguiram resolver pelo menos três dando um percentual de 75%. Neste caso, conforme recomenda a teoria de instrução por pares de Erik Mazur (1997), poderíamos passar para o próximo tópico.

Logo depois foi discutido com os estudantes os pontos que ainda não estavam claros, como, por exemplo, quais eram as massas envolvidas, qual distância deveria ser usada e as unidades de medida que estavam presentes nos exercícios.

Os alunos gostaram da forma como o conteúdo foi apresentado. Destacaram a forma de abordagem e a utilização da plataforma “*Discord*”, que havia sido sugerida por eles mesmo. Alguns já a conheciam, por se tratar de uma plataforma muito usada por quem gosta de jogos *online*. Foi como se tivesse ocorrido uma troca de ambientes. Agora era o professor que estava no ambiente dos estudantes, e não como na escola em que eles sempre estão no ambiente do professor.

Os alunos salientaram que na plataforma tinham mais liberdade para discutir e perguntar sem que fossem julgados pelos colegas, pois podiam fazer perguntas diretas sem que os demais vissem suas dúvidas. Também podiam discutir o conteúdo entre eles, sem a interferência de outras pessoas. De maneira informal estavam discutindo a matéria, fora de um ambiente de sala de aula, uma conversa sobre assuntos legais e sem serem testados com provas testes, até os exercícios ocorriam de forma mais dinâmica.

5.2 COMO O MOVIMENTO DOS PLANETAS INFLUÊNCIA NAS NOSSAS VIDAS?

Para este encontro foi disponibilizado no *Classroom* um material, na forma de slides sobre o sistema solar foi cedido pelo Professor Dr. Othon Cabo Winter, do Grupo de Dinâmica Orbital & Planetologia da UNESP - Guaratinguetá, durante um curso realizado no CEPTEC em 2006. A Figura 8 mostra alguns exemplos desses slides.

Figura 8: Exemplo de slides sobre o sistema solar



Fonte: Prof. Dr. Othon Cabo Winter. CEPTEC, 2006.

Também foram disponibilizados, com antecedência de uma semana, dois vídeos do Youtube:

- Cosmos Carl Sagan – Episódio 03: A Harmonia dos Mundos⁴ Dublado HD.
- ISAAC NEWTON – Documentário (1995)⁵, com a indicação de os alunos assistirem do minuto 24:11 até 30:32.

No encontro síncrono, fizemos quinze minutos de discussão sobre os slides. Os alunos disseram que as imagens eram muito intrigantes, principalmente dos slides que mostravam a proporção entre Sol, Terra e os outros planetas. Para alguns, o Sol era muito maior do que eles imaginavam.

Depois os alunos comentaram sobre os vídeos do Youtube, somente três deles, entre os 5 que que participaram do encontro síncrono, conseguiram assistir aos vídeos e expuseram seus pontos de vista. Solicitei que os demais não deixassem de assisti-los, pois eram muito interessantes.

⁴ Disponível em: <https://youtu.be/DUnSxU1cxC0>

⁵ Disponível em: <https://youtu.be/JOfs6K4sFac>

O vídeo do Carl Sagan foi o mais comentado, pois, de certa forma, é um vídeo mais atraente aos olhares dos jovens. Eles queriam saber mais sobre astrologia e as constelações e como podem, ou não influenciar as suas vidas, também comentaram sobre os absurdos acontecidos e comentados por Carl Sagan sobre as pessoas que foram julgadas hereges e foram condenados à morte por enforcamento ou na fogueira. Comentei sobre Giordano Bruno, filósofo e matemático italiano que, em 17 de fevereiro de 1600, foi queimado vivo na fogueira por defender que em torno de cada estrela teriam planetas orbitando em volta delas. Pela reação dos alunos, deu para perceber que eles ficaram extremamente impactados com a forma que os ditos “hereges” eram tratados pela igreja.

Neste dia não fizemos exercícios, mas a pergunta norteadora desse encontro foi discutida, destacando a perplexidade dos alunos: “Como pode? ...Por causa disso, ele foi para fogueira?” “Não é possível que ainda tem gente que acredita em astrologia?”. A noção de como se dá a passagem e a contagem do tempo pelas estrelas e pelos movimentos de rotação e translação da Terra, também foi discutida.

5.3 COMO NASCEM AS ESTRELAS?

Neste encontro os alunos ainda estavam bastante impactados com a discussão que fizemos no encontro anterior e queriam saber mais sobre a histórica da astronomia. Novamente, apenas 5 alunos compareceram ao encontro síncrono. A turma estava com muitos trabalhos entregar e a época das provas estava se aproximando.

No *Google Classroom* foi disponibilizado um material, na forma de slides, sobre a Estrutura e Evolução Estelar, do professor Dr. Marcelo Borges Fernandes, disponibilizado no Minicurso CESAB (Comissão de Ensino da Sociedade Astronômica Brasileira) em 2006; e outro sobre o SOL, do Professor Dr. Francisco Fernandes, disponibilizado na XXXII Reunião da SAB em ATIBAIA-SP – 2006. As Figuras 9 e 10 mostram exemplos desses slides.

Figura 9: Exemplo de slides sobre estrutura e evolução estelar



Fonte: Prof. Dr. Marcelo Borges Fernandes (Minicurso CESAB, 2006)

Figura 10: Exemplos de slides sobre o Sol

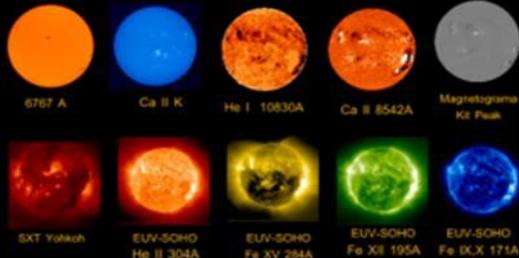


SOL
Francisco Fernandes
XXXII Reunião da SAB
ATIBAIA – 2006

POR QUE ESTUDAR O SOL ?

- O Sol afeta efetivamente **nossas vidas** na Terra e todo o Sistema Solar.
- A atividade solar afeta o **clima**.
- O **Clima Espacial** afeta a Terra.
- O Sol é um **Laboratório**.
- O Sol é a **estrela mais próxima**.

O SOL MUDA?



6767 Å, Ca II K, He I 10830Å, Ca II 8542Å, Magnetograma Mt Peak, SXT Yohkoh, EUV-SOHO He II 304Å, EUV-SOHO Fe XV 284Å, EUV-SOHO Fe XII 195Å, EUV-SOHO Fe IX 171Å

QUAIS AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO SOL?

Massa	1,989 x 10 ³⁰ ~333.000 massas terrestres
Raio	696.000 km ~109 raios terrestres
Densidade	Média: 1409 kg/m ³ Central: 160.000 kg/m ³
Velocidade de Escape	618 km/s
Distância à Terra	1,496 x 10 ⁸ km ~150 milhões de km
Luminosidade	3,9 x 10 ²⁶ Watts
Temperatura	Efetiva: 5700 K Central: 15.000.000 K
Idade	Cerca de 4,5 bilhões de anos
Tipo espectral	G2 V
Período de rotação	Equador: 25,67 dias Pólos: ~30 dias

Fonte: Prof. Dr. Francisco Fernandes (XXXII Reunião da SAB, ATIBAIA-SP – 2006)

Foi sugerido também que os alunos assistissem ao vídeo: “De Poeira Estelar a Supernovas: O Ciclo de Vida das Estrelas⁶”, do canal “Ciência todo Dia”.

No encontro discutimos sobre os slides que tratavam da evolução estelar e falamos também sobre as ondas eletromagnéticas e o espectro da luz do Sol; sobre como podemos saber de que são feitas as estrelas. Comentamos também sobre as astrônomas Annie Cannon (1863-1941) e Antônia Maury (1888-1933), cujos estudos trouxeram contribuições importantes para compreensão da evolução estelar, e depois discutimos sobre o vídeo.

Os alunos conseguiram descrever desde o nascimento até a morte de uma estrela, disseram até que parecia mais química do que física, conseguiram descrever a formação de materiais mais pesados nas supernovas como o ouro (Au), o chumbo (Pb) e urânio (U).

5.4 É POSSÍVEL VIVER EM MARTE? COMO PODEMOS CHEGAR LÁ?

Para esse encontro foram indicados dois vídeos do Youtube. Um sobre como o ser humano poderia viver em Marte: “O que falta para o homem chegar a Marte?” do Canal VEJA Explica⁷ e outro sobre “Como tornar MARTE habitável? com Iberê e Castanhari⁸”, do Canal Nostalgia.

Novamente tivemos um número reduzido de alunos, somente cinco participaram do encontro síncrono. Conversamos um pouco sobre a possibilidade de o homem viver em marte e depois assistimos juntos aos dois vídeos, pois nenhum deles havia conseguido assistir aos vídeos antes do encontro.

Depois de assistirmos aos vídeos os alunos falaram de suas ideias para chegar a Marte, uma delas era ir com uma nave à vela solar que eles viram na internet e outra com um motor de dobra do Elon Musk. Fizemos uma pesquisa na hora sobre esses dispositivos e ficamos discutindo sobre o assunto, mesmo não sabendo ao certo da pertinência ou não desses artefatos.

⁶ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1wPSGIV84aI&authuser=1>

⁷ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FvRWo9zAU8U&authuser=1>

⁸ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=DAyKeqm2_uc&authuser=1

5.5 EXISTEM SATÉLITES BRASILEIROS?

Para este encontro, indicamos para leitura prévia uma página do INPE que explica como os satélites funcionam⁹.

Tivemos a presença de 7 alunos no encontro síncrono. Fizemos uma conversa sobre as informações disponíveis na página do INPE. Alguns alunos ficaram surpresos com o fato de o Brasil ter seus próprios satélites na órbita da Terra, e com suas aplicações no dia a dia. Aproveitamos para mostrar para eles a seguinte notícia publicada na revista Galileu:

O país tem hoje três tipos de satélites no espaço: os de coleta de dados, identificados pela sigla SCD; os de sensoriamento remoto da linha CBERS, uma parceria com a China que completou 31 anos em 2019; e um geoestacionário de defesa e comunicação estratégica (SGDC), lançado em 2017 junto com a França. (Revista Galileu, 2020).

Este encontro foi um pouco mais curto que os demais, devido a outros compromissos dos alunos e do próprio professor.

5.6 SIMULAÇÃO DE LANÇAMENTO DE FOGUETE

Para o último encontro síncrono, foi solicitado aos alunos que fizessem a simulação do lançamento de um foguete utilizando no programa OpenRocket¹⁰ (Figura 11). O link foi disponibilizado no Google Classroom para que eles acessassem e executassem a simulação antes que participassem efetivamente da confecção de um foguete com propelente.

⁹ Disponível em: <http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=4>

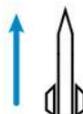
¹⁰ Disponível em: <https://openrocket.info/>. Acesso: 25/07/2022.

Figura 11: Aplicativo de simulação de lançamento de foguetes



Tudo o que você precisa para projetar, simular e voar foguetes melhores

O OpenRocket é um simulador de foguete modelo gratuito e completo que permite projetar e simular seus foguetes antes de construí-los e voá-los.



Fonte: acervo do autor

Após a disponibilização do programa OpenRocket, foi dado um prazo de duas semanas para que os alunos dessem retorno da simulação, mas nenhum deles deu retorno.

Ficamos frustrados com o fato de os alunos não terem utilizado o simulador virtual. Quando perguntados no encontro síncrono que antecedeu a construção do foguete real, os alunos relataram que não tiveram tempo para usar o programa. Entendemos que deveríamos ter insistido um pouco mais. O site do OpenRocket é uma diversão à parte, pois fornece um simulador de lançamento de foguetes gratuito que permite fazer simulações com vários tipos de configurações e parâmetros diferentes antes de se fazer o lançamento do foguete de propelente real.

5.7 LANÇAMENTO DE FOGUETES COM PROPELENTE

Ao término dos encontros síncronos na plataforma *Discord*, foram programados três encontros presenciais com a finalidade de construir e lançar os foguetes com propelente. Esses encontros ocorreram no horário regular das aulas da turma do 1º ano do ensino médio, pois tínhamos duas aulas seguidas toda sexta-feira. Foram separadas três sextas-feiras para podermos fazer a construção e o lançamento do foguete.

Para construção e lançamento do foguete foram necessários os seguintes materiais:

- Uma garrafa pet pequena de 500ml ou 600ml,
- Ignitor elétrico ou squib
- Açúcar de confeitiro
- Fertilizante de Nitrato de Potássio de concentração 12 – 00 – 45
- Tudo de pvc de 20mm de diâmetro.
- Tudo de pvc de $\frac{3}{4}$ polegada
- Cartolina
- Fita adesiva
- Barbante
- Balança de precisão
- Moedor de café
- Balão de festa
- Haste de ferro lisa de aproximadamente 1,2m
- Pilha de 9V.

A escola se dispôs a pagar todo material necessário para o lançamento e construção do foguete. Compramos todo material e, ao final, ainda sobrou um pouco de material que poderá ser utilizado em outros lançamentos futuros, se ficarem bem armazenados, não sendo expostos a umidade, luz e calor. Para isso, seguimos as orientações disponíveis na página da OBA¹¹.

No primeiro encontro os alunos fizeram o corpo dos “motores” do foguete e cortaram os canos (Figura 12). Ao final, foi feito o levantamento dos materiais que ainda estavam faltando e identificamos o que cada um poderia trazer para o próximo encontro. O açúcar de confeitiro foi pesado e coado. Para o próximo encontro ficou de responsabilidade de alguns alunos trazer potes para colocar separadamente o açúcar de confeitiro, o fertilizante e a mistura desses dois ingredientes.

¹¹ <http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&idcat=11&pag=conteudo&m=s>

Figura 12: Estudantes cortando os canos de PVC para fazer o “motor” do foguete



Fonte: acervo do autor

O motor foi feito de cano pvc preenchido com uma mistura de 35g açúcar de confeitiro coada e 65g de fertilizante moído em um moedor de café para que a mistura pudesse ficar bem homogênea. Essa mistura foi socada por gravidade através de um cano mais grosso que o do motor. Para isso, o motor é colocado dentro do cano de $\frac{3}{4}$ de polegada, com aproximadamente 1,2m de comprimento e solto para cair e atingir o chão, depois é puxado para cima e repete-se o processo por quase 10min para que o propelente fique bem socado, como mostrado na Figura 13.

Figura 13: Dispositivo para socar a mistura do propelente



Fonte: Imagem capturada do vídeo 212 - carregamento do motor da OBA¹²

¹² Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Dfe2eF72smU&t=868s&ab_channel=OBA-MOBFOG

De acordo com o regulamento da MOBFOG¹³, o foguete com motor de propelente sólido deverá ser construído com garrafa PET de 500 ou 600 ml. O motor de propelente sólido usado neste foguete poderá lançá-lo, obliquamente, até 100 m de distância do ponto de lançamento.

Durante a confecção do corpo do motor ouvimos a seguinte frase de um dos estudantes: “Isso sim é que é sala MAKER eu estou realmente colocando a mão na massa”. Era muito perceptível a satisfação dos alunos e o empenho deles nas tarefas, tanto que ficamos sem luz na sala e, mesmo assim, preferiram continuar os trabalhos para não ficarem com muitas tarefas para o próximo encontro.

O segundo encontro acabou não acontecendo devido a um evento que ocorreu na escola e impossibilitou que usássemos alguma sala de aula na parte da tarde. Com isso, o término da confecção e o lançamento do foguete ficaram para o terceiro e último encontro.

Para o terceiro encontro presencial tivemos dificuldade para conseguir dois materiais, que foram excepcionalmente mais difíceis de se encontrar: o SQUIB (fósforo elétrico) e o fertilizante 120045. Estes materiais acabaram sendo comprados pela internet. A descrição dos materiais e o passo-a-passo da montagem do foguete estão disponíveis no apêndice B do manual do produto do educacional vinculado a este trabalho.

Apesar de nem toda a turma estar participando dos encontros do Clube de astronomia, todos os alunos foram convidados a ajudar na finalização montagem dos motores e dos foguetes. A turma foi separada em grupos para execução das diversas tarefas, tais como: a preparação do propelente (Figura 14) e a montagem dos foguetes (Figura 15).

¹³ Disponível em: <http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&idcat=11&pag=conteudo&m=s>

Figura 14: Estudantes preparando o propelente dos foguetes



Fonte: acervo do autor

Figura 15: Estudantes preparando o “motor” do foguete para receber o combustível



Fonte: acervo do autor

Conversei com a turma e expliquei que o nosso desafio seria fazer o foguete atingir o maior alcance possível. Concluímos a confecção de dois motores para os foguetes e montamos dois foguetes, mas apenas um foi utilizado (Figura 16).

Figura 16: Imagem do foguete construído pelos alunos



Fonte: acervo do autor

5.7.1 O Lançamento do Foguete

O lançamento do foguete foi feito em uma região do município que tem uma grande área livre e sem perigo de atingir alguém. Preparamos todos os procedimentos, locais de segurança e a divisão de tarefas. A Figura 17 mostra os estudantes fazendo a medição do ângulo de lançamento.

Figura 17: Estudantes medindo o ângulo de lançamento do foguete



Fonte: acervo do autor

Partimos para fazer o primeiro lançamento, porém, o foguete não subiu. Foi uma grande decepção para os alunos, mas também um grande aprendizado para todos. Solicitei aos estudantes que analisassem com calma o que estava acontecendo e percebemos que o problema estava na haste guia do foguete, que era muito áspera, e, por isso, estava fazendo o foguete perder velocidade na hora do lançamento. Estávamos usando um vergalhão de ferro de construção de 5/8 que foi lixado, mesmo assim não foi o suficiente para diminuir o atrito. Esta falha foi uma excelente oportunidade para observarmos na prática a aplicação de um conteúdo que já havia sido estudado pelos alunos.

Para nossa sorte uma aluna entrou em contato com seu pai, que prontamente nos socorreu com uma haste mais lisa e não muito rígida, que serviu para o nosso segundo lançamento. Passamos um pouco de óleo para diminuir ainda mais o atrito e facilitar o processo lançamento.

Na hora do segundo lançamento, com tudo preparado, fizemos a contagem e os próprios alunos sugeriram que mudássemos o grito para dar sorte:

— 9,8,7,6,5,4,3,2,1 – “Ao infinito e além!”

Desta vez, o foguete foi lançado como havíamos planejado. Foi uma grande euforia que contagiou a todos os presentes e também para os que estavam acompanhando por meio de uma LIVE organizada pelos próprios estudantes em uma rede social (Figura 18).

Figura 18: Transmissão do lançamento do foguete por uma rede social



Fonte: acervo do autor

Nem todos os alunos puderam acompanhar o lançamento ao vivo. Mas, o fato de este ter sido filmado e compartilhado nas redes sociais dos alunos fez com que praticamente toda a turma pudesse acompanhar o lançamento pelo celular. A empolgação de todos era contagiante, inclusive do professor, os alunos falavam que queriam lançar outros foguetes, queriam fazer um outro foguete com tamanho diferente.

6 ANÁLISE E RESULTADOS

A intenção do trabalho foi fazer com que os alunos se interessem mais pelos assuntos relacionados à física utilizando temas de astronomia e a astronáutica, presentes na OBA, como forma de promover o engajamento dos estudantes. Nesta análise vamos nos pautar na evolução do projeto do Clube de Astronomia, na participação dos alunos e em suas percepções durante os encontros.

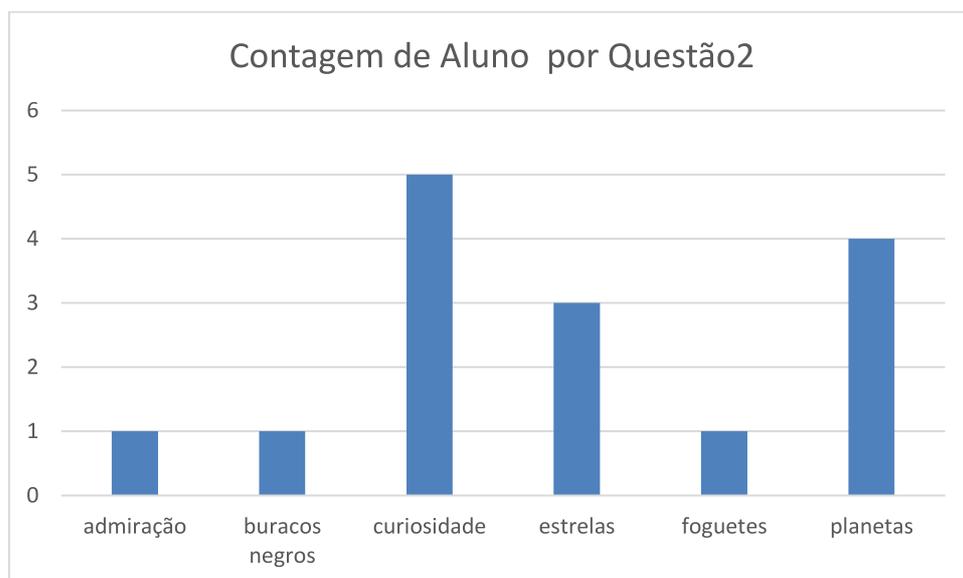
A organização dos temas propostos tomou por base assuntos que os alunos já se mostraram interessados, relacionados tanto à astronomia quanto à astronáutica. Os encontros foram planejados de forma que os alunos pudessem aprender sobre os temas de física sem falar propriamente que era física que eles estavam estudando. Usando essa estratégia, primeiro apresentamos a astronomia e a astronáutica, e só depois apresentamos a física que estava envolvida em cada tema ou pergunta norteadora dos encontros.

Esta análise está dividida em três partes. Primeiramente vamos apresentar alguns resultados do formulário que os estudantes responderam (Apêndice A) antes de iniciarmos os encontros síncronos virtuais. Depois apresentaremos uma análise dos resultados das atividades do Clube de Astronomia, desenvolvidas no aplicativo *Discord* e na sala virtual, criada no *Google Classroom*. Por fim apresentaremos a análise da etapa da construção e lançamento do foguete.

6.1 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO FORMULÁRIO

Conforme apresentado no Cap. 4, após o convite para participação no Clube de Astronomia, os estudantes foram solicitados a responderem um formulário cujo objetivo era fazer um levantamento dos interesses e dos conhecimentos prévios que eles já possuíam a respeito dos temas que seriam abordados. O formulário foi respondido por 15 estudantes. A seguir apresentamos os resultados, sistematizados em gráficos organizados por grupos de questões.

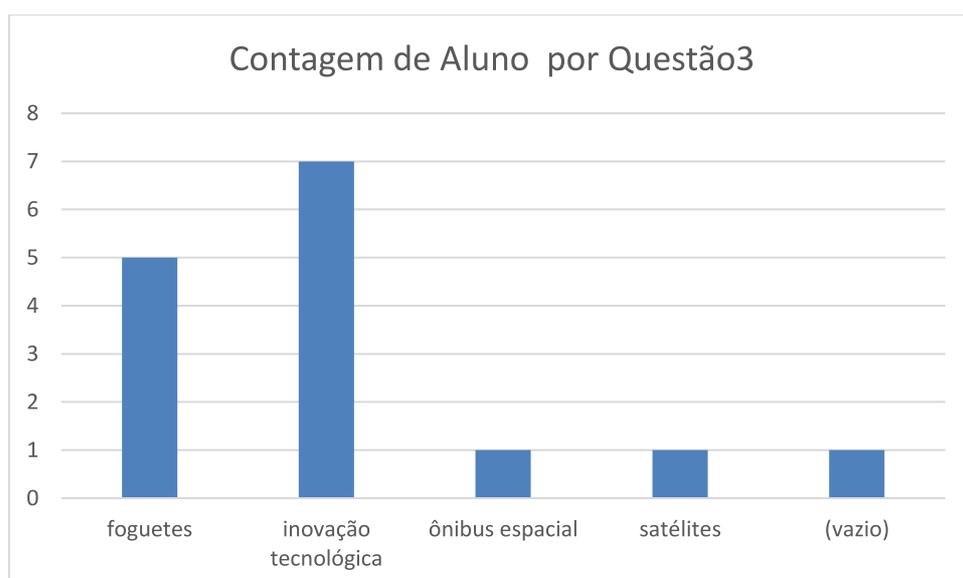
A questão 2 (O que você mais gosta em astronomia?). O Gráfico 1 apresenta um resumo sistematizado das respostas dos estudantes.

Gráfico 1: Sistematização das respostas dadas à questão 2

Fonte: autoria própria

Podemos observar que grande parte dos alunos gostariam de participar do Clube por causa da curiosidade ou para saber sobre planetas ou estrelas, o restante tem interesse em buracos negros, foguetes ou simplesmente por admiração.

Na questão 3, os estudantes foram inquiridos sobre (O que você mais gosta em astronáutica?).

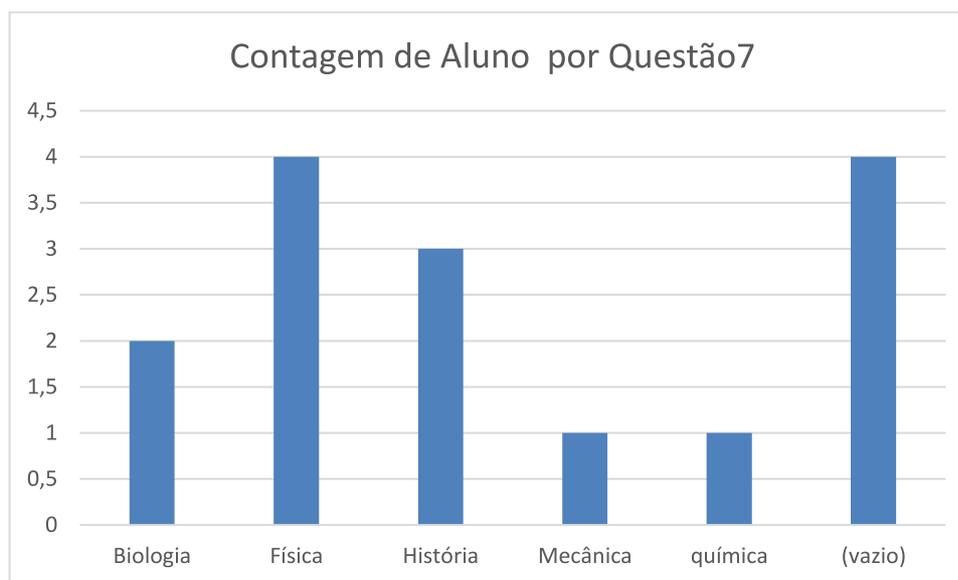
Gráfico 2: Respostas dadas à questão 3

Fonte: autoria própria

O interesse em astronáutica se deu, em grande parte, devido a inovação tecnológica ou aos foguetes. Também foram indicados interesses por ônibus espacial e satélites. Um aluno não respondeu.

O Gráfico 3 mostra a síntese das respostas dos estudantes à questão 7, que procurou averiguar as áreas de interesse dos estudantes que participam da OBA.

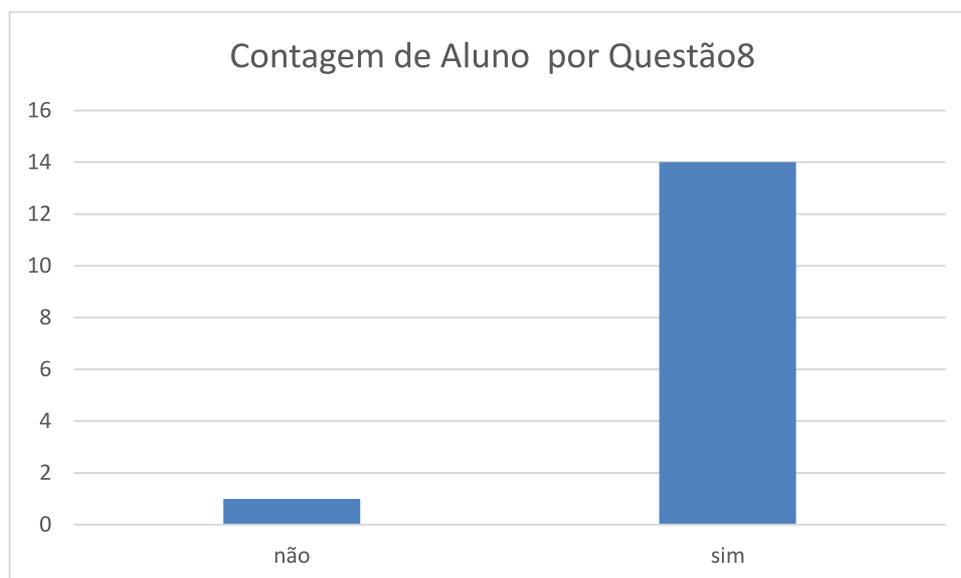
Gráfico 3: Áreas de interesse dos estudantes que participam da OBA



Fonte: autoria própria

A maioria dos estudantes que se interessaram pela OBA tem interesse também pela física. Porém, observa-se há também um número significativo de alunos com interesse em história. Esse fato nos chamou a atenção, porque, geralmente, os alunos que se interessam pela área de ciências humanas não se interessam muito por temas de ciências e tecnologias. Isso mostra o quão atrativo são os temas de astronomia e astronáutica.

Por outro lado, o resultado da questão 08 (Gráfico 4) reforça a ideia de que os estudantes que participam ou se interessam pela OBA são estudantes que gostam do conteúdo de física.

Gráfico 4: Resultado da questão 08

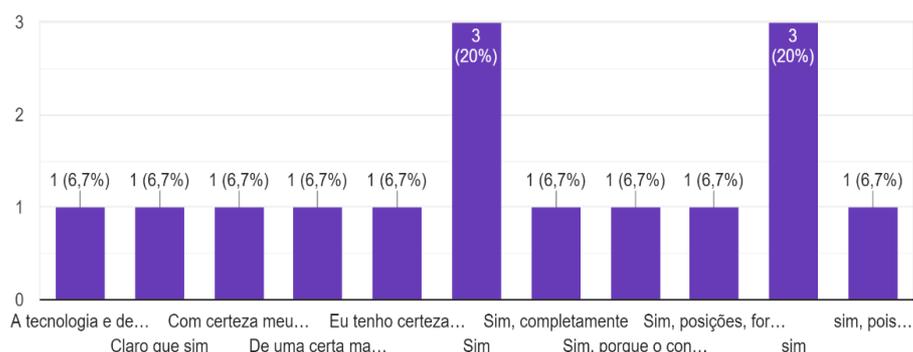
Fonte: autoria própria

Quanto à relação entre física e astronomia, quase todos os alunos consideraram que são áreas do conhecimento intimamente ligadas. Algo que já era esperado. Mas, conforme pode ser observado no Gráfico 05, há alunos ligam a astronomia à tecnologia e por isso à física, outros ligam à ficção científica.

Gráfico 5: Relação entre física e astronomia

9) Na sua opinião, Física e Astronomia estão relacionadas?

15 respostas



Fonte: autoria própria

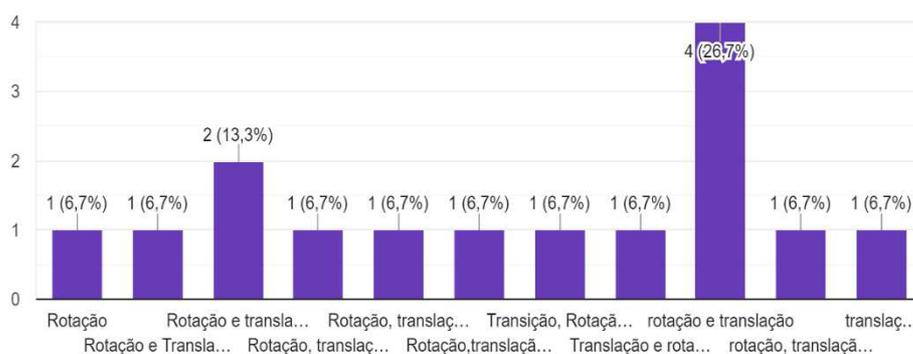
Quanto aos movimentos da Terra que os alunos conhecem, a maioria indicou que já conhecia os movimentos de rotação e de translação, dois alunos citaram

também o movimento de precessão, e apenas um citou, além desses, o movimento de nutação (Gráfico 6).

Gráfico 6: Movimentos da Terra que os alunos já conheciam

11) Quais movimentos da Terra você conhece?

15 respostas



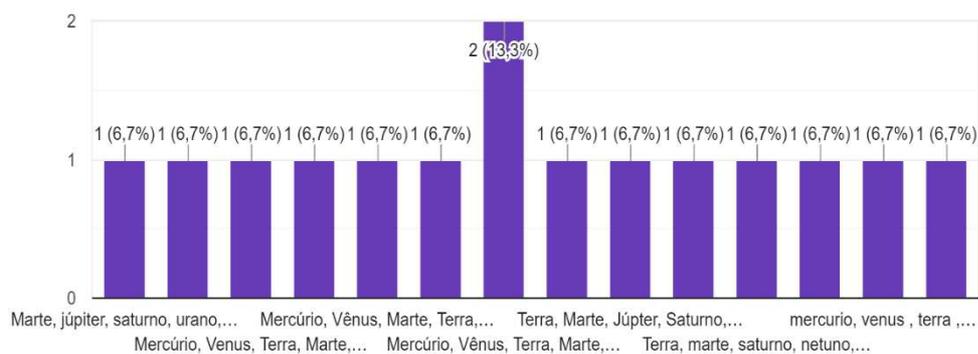
Fonte: autoria própria

Sobre os planetas conhecidos do sistema solar (Gráfico 7), apenas dois alunos citaram os planetas anões Ceres e Plutão.

Gráfico 7: Planetas conhecidos do sistema solar

12) Cite o nome dos planetas que você conhece.

15 respostas



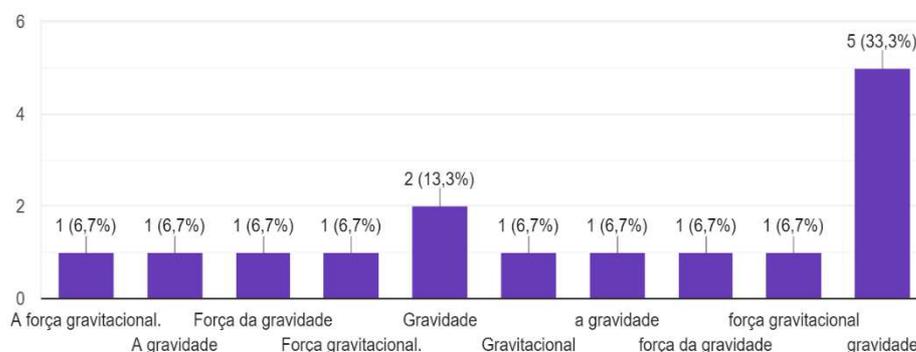
Fonte: autoria própria

Quanto à força que nos mantém “presos” à Terra, todos indicaram se tratar da força gravitacional, com algumas variações na nomenclatura, conforme mostrado no Gráfico 8.

Gráfico 8: Força que nos mantém presos à Terra

14) Qual é a força que nos mantém presos a Terra?

15 respostas



Fonte: autoria própria

Fazendo uma análise geral das respostas dos estudantes, percebe-se que a maioria é constituída por alunos que gostam mais das ciências do que de outras matérias. Nesse sentido, entendemos que a estratégia do Clube de Astronomia não foi muito eficiente em atrair aqueles estudantes que não gostam de física. Porém é importante notar que há alguns alunos que declararam que sua matéria preferida era História, indicando ser este um conteúdo interessante para se desenvolver atividades interdisciplinares com o conteúdo de física.

6.2 ANÁLISE GERAL DOS ENCONTROS VIRTUAIS

Conforme já relatado, os encontros síncronos do Clube de Astronomia, ocorreram por meio do aplicativo *Discord*. No início tivemos uma participação mais efetiva dos estudantes. Dos 15 que responderam o formulário, 12 participaram do primeiro encontro. Depois tivemos uma rotatividade grande de alunos com cinco participantes mais efetivos e 3 ou 4 que se revessavam entre os encontros.

Entendemos que essa baixa participação pode ter sido influenciada diretamente ao fato de estarmos no período de transição para o retorno das atividades presenciais, após o isolamento social provocado pela pandemia da Covid-19. Nos parece que muitos estudantes já estavam cansados do uso de tela, devido ao longo período de estudos remotos por que passaram.

Ao final das atividades solicitamos aos alunos que dessem um depoimento sobre a experiência de ter participado desses encontros. A seguir transcrevemos alguns desses depoimentos.

Elas então, foram muito boas, porque faz a gente enxergar a física de uma forma diferente, de uma forma mais prática (A1).

As aulas foram muito produtivas, para que a gente conseguisse entender mais os fenômenos astronômicos da atualidade e, além disso, desenvolver-se nessa habilidade manuais com projetos como foguetes. (A2)

Os encontros fizeram com que nós tivéssemos uma base muito boa tanto para o primeiro ano, quanto para o restante do ensino médio. (A3)

Esses encontros no ajudaram a instigar nossa curiosidade sobre a física e como ela funciona na prática, ajudou também para termos uma compreensão maior e um aprofundamento nos fenômenos astronômicos, ainda mais os atuais e que na escola quase não é visto. (A4)

Por esses relatos, podemos observar que, para os alunos participantes, a experiência foi considerada muito boa. Observa-se também um destaque para uma compreensão melhor dos fenômenos astronômicos. Infelizmente, apenas estes quatro alunos deram seus depoimentos. Foram feitos aos outros estudantes, mas sem sucesso.

No decorrer das aulas, na escola fiquei satisfeito com o aumento do interesse dos alunos que participaram em algum momento dos encontros do Clube, comparando com os alunos que não quiseram participar de nenhum encontro. Foi perceptível a melhoria do desempenho de alguns nas provas de física.

Notamos também um maior interesse pela parte prática do projeto. Quando voltamos a falar de lançamento do foguete os alunos se mostraram mais animados novamente.

6.3 ANÁLISE DA ETAPA DE CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTO DO FOGUETE

Conforme já descrito, para esta fase foram previstos três encontros presenciais, porém, por questões adversas, só conseguimos realizar dois encontros.

Posso afirmar, com certeza, que os encontros presenciais para a montagem do foguete foram os que mais provocaram o engajamento dos estudantes. Os alunos ficaram mais empolgados e isso era expresso em suas falas: *“eu gosto de aprender física é assim”, “toda aula tinha que ser foram da sala”, “aula assim é que maker de verdade”*. Essa empolgação ocorreu até mesmo com os alunos que não participaram dos encontros do Clube no *Discord*.

Esses encontros ocorreram na parte da tarde, no contraturno escolar, e mesmo assim a assiduidade foi muito maior que os encontros virtuais.

O fato de o primeiro lançamento ter dado “errado” produziu um momento muito profícuo de aprendizagem. A decepção dos alunos foi muito perceptível, mas logo foram se ajuntando para tentar descobrir o que havia dado errado. Foi um momento em que eles ficaram concentrados e conseguiram elaborar a hipótese de que a falha poderia ter ocorrido em função do atrito. O “famigerado atrito”, que tanto havíamos falado em aulas anteriores e que não fora abordado no Clube de astronomia. Consideramos este um momento singular da metodologia de aprendizagem baseada em problemas. Naquele momento os alunos tiveram a oportunidade de lidar com um problema real.

Para mim, enquanto professor da turma, o lançamento do foguete foi a melhor parte da sequência didática, pois não estávamos preocupados com diários, provas, testes ou qualquer outra burocracia escolar, mas, sim, com o objetivo de construir e lançar o foguete. O processo de ensino aprendizagem se tornou algo muito prazeroso e significativo, tanto para mim, quanto para os alunos que ficaram extasiados com a subida tão esperada do nosso foguete.

Este evento foi tão significativo, que após lançamento do foguete alguns alunos que não estavam participando dos encontros do Clube, quiseram participar. Após a prova da OBA, os encontros *online* continuaram a acontecer uma vez ao mês. Porém, a partir do mês de outubro, eu só usava o Clube para mandar notícias sobre temas interessantes, relacionados a astronomia e astronáutica para eles lerem no *Discord*. Neste período, os alunos e professores já estavam focados na preparação para o PISM, que é o vestibular seriado da UFJF, que a maioria participa.

7 CONCLUSÃO

Quando comecei este trabalho tinha a intenção de aumentar o engajamento dos alunos no aprendizado de física através do ensino de astronomia e astronáutica. Um clube de astronomia e astronáutica foi criado, no formato *online*, para que fosse mais fácil de realizar os encontros com os estudantes para tratar dessa temática. Apesar de um número significativo de estudantes ter manifestado interesse pelas atividades do clube, poucos participaram efetivamente. Tivemos em torno de 5 a 8 participantes por encontro. Apesar de eu ter enfatizado a importância de trabalhos desenvolvidos por mulheres nesta área, apenas uma aluna teve uma participação mais efetiva durante as aulas online, indicando que o interesse pela física ainda é predominantemente masculino, já nas presenciais outras alunas quiseram e se propuseram a ajudar.

O Clube de Astronomia permitiu explorar não só temas específicos da área, mas também conteúdos recorrentes no currículo de física do ensino médio, como força de atração gravitacional, princípio da inércia e força de atrito, no dia do lançamento do foguete.

O uso de ferramentas como o *Google Classroom* facilitou o compartilhamento de materiais e propiciou um melhor planejamento dos encontros para os alunos, por meio de questões norteadoras que, de certa forma, indicavam os objetivos de cada encontro.

Tivemos a oportunidade de trabalhar com a metodologia do ensino baseado em problemas (EBP) e a teoria de Instrução por Pares dentro de um ambiente virtual. Tudo foi programado para que os encontros ficassem mais fluidos. Os materiais, em forma de vídeos e em formato digital, foram disponibilizados com antecedência para que os alunos pudessem ter conhecimento antes para discutir durante os encontros do clube. Também foi disponibilizado um programa de simulação de lançamento de foguete, no qual o aluno poderia fazer simulações de lançamentos virtuais antes de construir o foguete de garrafa pet para o lançamento real. Dessa forma conseguimos montar um Clube de Astronomia e Astronáutica.

Apesar de haver discordâncias na literatura pesquisada, defendemos a ideia de que a utilização de recursos de olimpíadas como a OBA pode ser uma boa forma de instigar a curiosidade e incentivar os alunos a estudarem ciências.

Pela experiência vivenciada neste trabalho, considero que a estratégia do clube de astronomia serviu para que os alunos aumentassem o interesse pela física e o engajamento em torno da própria aprendizagem no enfrentamento de problemas concretos, como o que ocorreu na falha do primeiro lançamento.

Destacamos ainda a importância de atividades práticas que estimulem o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao fazer científico. As falas dos estudantes (*“eu gosto de aprender física é assim”; “toda aula tinha que ser foram da sala”; “aula assim é que maker de verdade”*) não deixam dúvidas sobre o impacto dessas atividades na motivação deles para o estudo.

Esperamos dar continuidade ao nosso clube. Os próximos passos preveem a construção de uma sala virtual no *Google Classroom* para a criação de um espaço para os alunos do ensino fundamental que se interessem em participar da OBA, ampliando as atividades do clube de astronomia.

No manual do produto educacional, oriundo deste trabalho, apresentamos um guia para que os professores interessados possam montar um clube de astronomia em suas escolas. Dependendo da faixa etária dos alunos, algumas formas de abordagens deverão ser mudadas ou adaptadas. A empreitada de montar um clube de astronomia e astronáutica não é uma tarefa fácil, mas, a partir da experiência deste trabalho, consideramos que vale a pena. Trata-se de um ambiente de fomentação da ciência, em os alunos tornam-se protagonistas da sua própria aprendizagem.

Para encerrar deixo a epígrafe abaixo atribuída a Platão.

“A Astronomia obriga a nossa alma a olhar para cima e a levar-nos do nosso mundo para outro.”

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. (2000). **The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view.** Springer Science & Business Media.

APPEL, Marli; WENDT, Guilherme Welter; DE LIMA ARGIMON, Irani Iracema. **A Teoria da Autodeterminação e as influências sócio-culturais sobre a identidade.** Psicologia em Revista, v. 16, n. 2, p. 351-369, 2010.

BARROWS, Howard S. **Aprendizagem baseada em problemas na medicina e além: uma breve visão geral.** Novos rumos para o ensino e a aprendizagem, v. 1996, n. 68, pág. 3-12, 1996.

CAMPAGNOLO, Julio Cesar Neves. **O caráter incentivador das olimpíadas de conhecimento: uma análise sobre a visão dos alunos da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica Sobre a Olimpíada.** Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências, v. 11, p. 31-41, 2011.

CANALLE, Capítulo **Fundamentos da história da astronomia, da Oficina de Astronomia** do prof. dr. João Batista Garcia Canalle Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ Instituto de Física -p84 a 107.

DETTENBORN, Ryan Richard, et al. "**Astronomia como ferramenta integradora no ensino médio.**" *4º Salão de Pesquisa, Extensão e Ensino do IFRS.* 2020.
GERMANO, Leandro Batista. **A lei de Gauss e a Gravitação Universal.** 2017. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

GOMES, Claudio Alexandre. "**Sequência didática: o ensino de astronomia no ensino fundamental anos finais com foco na olimpíada brasileira de astronomia e astronáutica-oba.**" (2019).

Guia de Estudo OBA (ligadeastronomia.com) disponível em: (
<https://ligadeastronomia.com/guias-de-estudo/oba>) 29/01/2024

HELOU, R. D., NEWTON, V. B., GUALTER, J. B., **Tópicos de Física.** Vol. 1, Mecânica, 19ª Ed. Saraiva. 2012.

HELOU, R. D., NEWTON, V. B., GUALTER, J. B., **Tópicos de Física.** Vol. 2, Termologia, Ondulatória e Óptica, 19ª Ed. Saraiva. 2012.

HELOU, R. D., NEWTON, V. B., GUALTER, J. B., **Tópicos de Física.** Vol. 3, Eletricidade e Física Moderna, 19ª Ed. Saraiva. 2012.

MAZUR, Erick. **Instrução entre pares: fazer com que os alunos pensem em sala de aula.** In: Anais da conferência AIP. Instituto IOP de Publicação de Física LTD, 1997. p. 981-988.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOREIRA, Marco Antônio. **Linguagem e aprendizagem significativa**. In: Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Maragogi, AL, Brasil. 2003.

NASCIMENTO, Gustavo Lira do. **Um projeto de astronomia: uma análise sobre sua influência no desempenho dos alunos na oba e na aprendizagem em física**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso.

PIAGET, Jean. **O desenvolvimento do pensamento: Equilíbrio das estruturas cognitivas**. (Trad. A. Rosin). Viking, 1977.

REVISTA GALILEU (2020) Disponível em:
<https://revistagalileu.globo.com/Tecnologia/noticia/2020/01/o-que-falta-para-termos-mais-satelites-100-brasileiros-no-espaco.html>. 29/01/2024

SCHMITZ, V., & TOMIO, D. O clube de ciências como prática educativa na escola: uma revisão sistemática acerca de sua identidade educadora. **Investigações em Ensino de Ciências**, 24(3), 305. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2019v24n3p305. 2019.

SEARS; ZEMANSKY; YOUNG; FREEDMAN. **Física II: Termodinâmica e Ondas**. 12. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012

VYGOTSKY, Lev Semyonovitch. **4-Vygotsky**. 1978.

ZÁRATE, Julio Daniel Blanco; CANALLE, João Batista Garcia; DA SILVA, José Mateus Nobre. **Análise e classificação das questões das dez primeiras olimpíadas brasileiras de Astronomia e astronáutica**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 26, n. 3, p. 609-624, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A – FORMULÁRIO APLICADO AOS ESTUDANTES

Formulário - Astronomia e astronáutica

Neste formulário farei perguntas, cadastrar você no grupo de astronomia que estamos montando e saber das suas expectativas e interesses.

cbpfonline@gmail.com [Alternar conta](#) 

*** indica uma pergunta obrigatória**

E-mail *

Seu e-mail

Nome completo. *

Sua resposta

Turma: *

Sua resposta

1) Você já fez a OBA alguma vez? *

Sim

Não

Se sim, você já ganhou medalha?

Sim

Não

2) O que você mais gosta em astronomia? *

Sua resposta

3) O que você mais gosta em astronáutica? *

Sua resposta

4) Topa participar da OBA esse ano (2021)? *

Sim

Não

Se não, por qual motivo?

Sua resposta _____

5) Você já construiu um foguete? *

Sim

Não

6) Gostaria de construir um foguete e lançar, mesmo que virtualmente? *

Sim

Não

7) Com que área do conhecimento você se identifica mais?

Sua resposta _____

8) Você gosta da disciplina de Física/Ciência? Por quê?

Sua resposta _____

9) Na sua opinião, Física e Astronomia estão relacionadas?

Sua resposta _____

10) Cite o nome de um físico ou astrônomo que você conhece. *

Sua resposta _____

11) Quais movimentos da Terra você conhece? *

Sua resposta

12) Cite o nome dos planetas que você conhece. *

Sua resposta

13) Se uma pedra cai ao lado de uma pena, porque a pedra chega ao solo primeiro? *

Sua resposta

14) Qual é a força que nos mantém presos a Terra? *

Sua resposta

Nossos encontros serão nas segundas-feiras de 18:00 às 19:00 (Grupo 3 - Ensino Fundamental) e 19:00 às 20:00 (grupo 4- Ensino Médio) pelo meet . Você pode participar nesse horário? *

Sim

Não

Enviar

Limpar formulário

APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL

A photograph showing a hand adjusting a planet model on a heliocentric system. The system consists of a central white base with several white rods extending outwards. Each rod has a small planet model attached to it. The planets are colored: a green one, a brown one with a ring, a blue one, a red one, and a small brown one. The background is dark and out of focus.

Astronomia e
Astronáutica como
instrumento de
motivação no ensino e
aprendizado de física.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM
ENSINO DE FÍSICA (MNPEF)
Prof. Cleber Pimentel



Astronomia e
Astronáutica como
instrumentos de
motivação no ensino e
aprendizado de física.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM
ENSINO DE FÍSICA (MNPEF)

Prof. Cleber Pimentel

Manual para montagem de um clube de astronomia e astronáutica semipresencial.

A tarefa de criar um **Clube de Astronomia e Astronáutica** a partir do zero não é algo simples. Espero que as dicas fornecidas neste trabalho possam auxiliar o professor na montagem de um ambiente virtual, que é o grande diferencial. Esse ambiente deve fomentar a ciência e permitir que os alunos deixem de ser meros receptores de informações para se tornarem protagonistas de seus próprios aprendizados. 🖋️ 🚀 📖



Os **clubes de ciências** podem desempenhar um papel crucial na educação em ciências dos estudantes. A seguir, destacamos algumas habilidades que entendemos serem possíveis de serem trabalhadas por meio desses clubes.

Despertar do Interesse pela Ciência:

- Os clubes de ciências oferecem aos estudantes a oportunidade de explorar tópicos científicos de forma prática e envolvente.

Estímulo ao Pensamento Crítico e Criativo:

- Participar de um clube de ciências incentiva os alunos a pensarem criticamente, formular hipóteses e buscar soluções criativas para os problemas apresentados.

Aprendizado Colaborativo e Socialização:

- Os clubes de ciências promovem a colaboração entre os alunos, permitindo que compartilhem conhecimentos, experiências e descobertas.

Desenvolvimento de Habilidades Práticas:

- Os clubes de ciências proporcionam aos alunos a oportunidade de aprenderem a manusear equipamentos, coletar dados, analisar resultados e comunicar suas descobertas de maneira clara.

Preparação para Carreiras Científicas:

- Alunos que participam de clubes de ciências desenvolvem habilidades que são essenciais para carreiras em áreas como pesquisa, tecnologia e inovação.



❑ O uso da plataforma *Discord* para os encontros síncronos

O *Discord* é uma plataforma de comunicação amplamente utilizada por jogadores, mas também serve para outros propósitos, como clubes escolares ou outras comunidades. Ele permite fazer chamadas de voz e vídeo e compartilhar mídia em tempo real. Uma das vantagens é que as comunidades podem ser privadas, com convites para participação, ou abertas para tratar de assuntos mais amplos. Além disso, o *Discord* é uma plataforma segura para atividades escolares, pois oferece controle sobre com quem você interage e de que forma. Para começar, basta se cadastrar gratuitamente na plataforma através do site (<https://discord.com/>). 🎮 👤 📷



Para dar suporte aos encontros, foi criada uma sala virtual no aplicativo *Google Classroom*. Nesta sala foram organizados as atividades e os materiais que seriam discutidos nos encontros síncronos semanais, com uma hora de duração. Dependendo da disponibilidade de tempo, esses encontros podem ser quinzenais.

Print da tela inicial da sala virtual



Fonte: acervo do autor

Esta Foto de Autor Desconhecido está licenciado em [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Para que os encontros sejam guiados na perspectiva de uma participação ativa dos alunos, é interessante que seja estabelecido um acordo com eles, que pode ser no mural da sala virtual:

— *Olá, sou o professor (Fulano de tal) e coordenarei as atividades do nosso clube. Os encontros acontecerão no seguinte formato:*

- *Para cada encontro teremos vídeos, textos e atividades para serem vistos e lidos com antecedência, antes dos encontros.*
- *Nos encontros síncronos faremos discussões sobre o tema e/ou as atividades sugeridas para verificar se o tema foi compreendido.*
- *Após essa discussão, faremos uma conversa sobre os pontos que precisarem de mais esclarecimentos.*

Sejam todos bem-vindos e contem comigo para orientá-los.

Um grande abraço!”





Antes do primeiro encontro envie um formulário para saber sobre as preferências dos alunos e fazer um levantamento dos conhecimentos de física que eles possuem. Isso vai ajudar na cadencia das aulas.



A sala virtual pode ser organizada em seis ou mais seções conforme a disponibilidade de tempo do professor. É interessante que cada seção seja nomeada com questões e/ou temas que serão abordados nos encontros, conforme os exemplos abaixo. Antes dos encontros peça aos estudantes que leiam os textos e assistam aos vídeos.

- “O que nos mantém presos a Terra? Por que não caímos no espaço?”
- “Como o movimento dos planetas influência nas nossas vidas?”
- “Como nascem as estrelas?”
- “É possível viver em marte? Como podemos chegar lá?”
- “Existem satélites Brasileiros?”
- “Lançamento de foguete”.

Metodologia sugerida: Instrução por pares adaptada ao sistema online

Metodologia sugerida: Ensino baseado em problemas no formato online

Devem ser previstos três encontros presenciais para construção e lançamento do foguete com propelente sólido.



Encontro 1

Metodologia sugerida: Instrução por pares adaptada ao sistema online

O que nos mantém presos a Terra? Por que não caímos no espaço?

- Nesta seção sugerimos que seja disponibilizado para leitura prévia o capítulo: Fundamentos da História da Astronomia, da Oficina de Astronomia do professor Canalle (1994). Este é o link de acesso do material: https://drive.google.com/file/d/1Eq2nqe8A-Ys7B0dfUyRCtt-_OaHjM2iv/view?usp=sharing
- No momento do encontro síncrono você pode disponibilizar duas questões da prova da OBA, para a aplicação direta da lei de gravitação universal de Newton, e duas outras questões envolvendo a terceira lei de Kepler. As questões podem ser extraídas de Provas da OBA (http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/2020/Prova%20nivel%204%20da%2023%20OBA%20DE%202020%20VIRTUAL.pdf). Estas questões devem ser disponibilizadas durante o encontro síncrono pelo *Discord*, junto com um *Google forms* para que os alunos possam marcar as respostas.
- No início do encontro solicite que os estudantes que exponham seu ponto de vista em relação ao material apresentado.

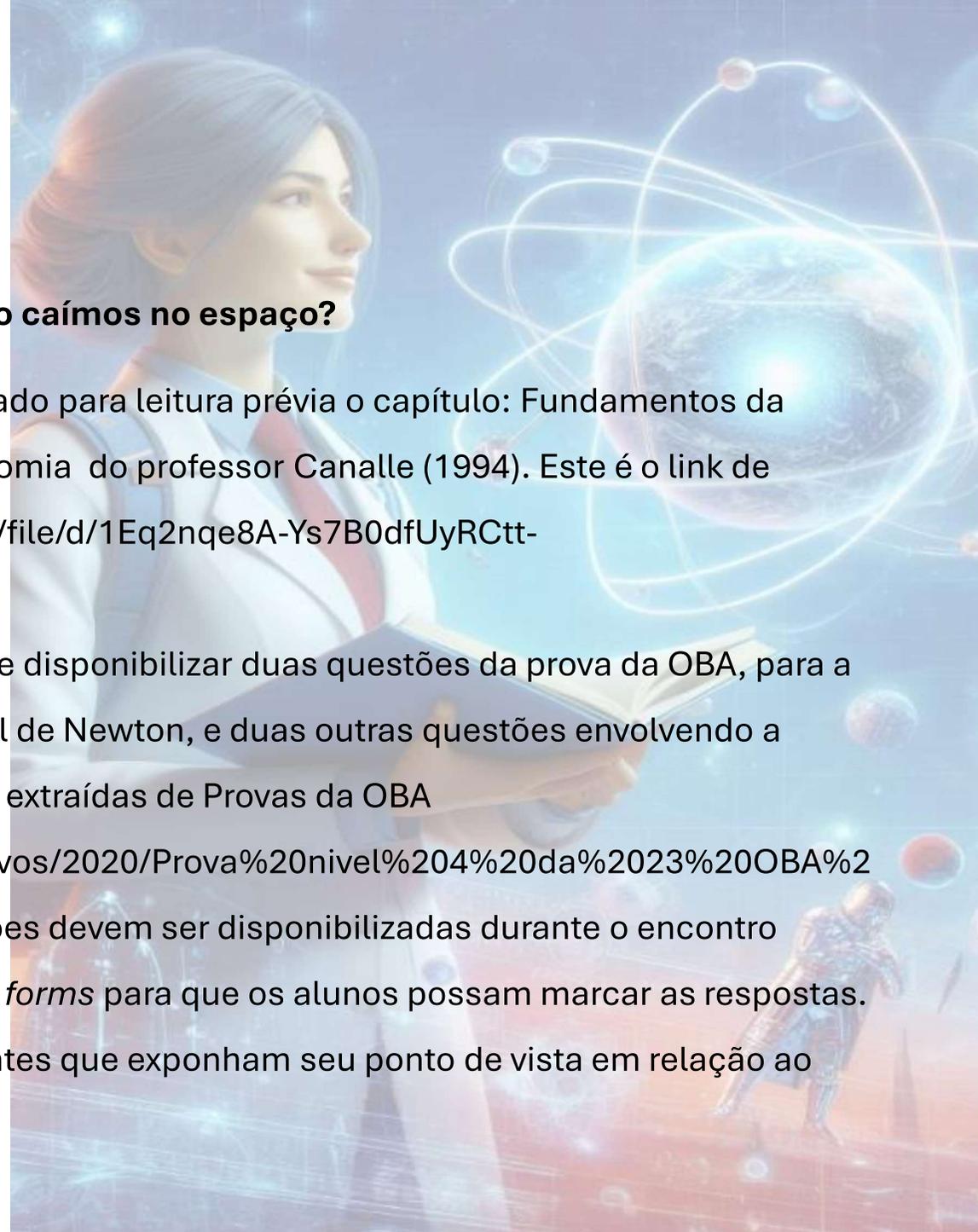
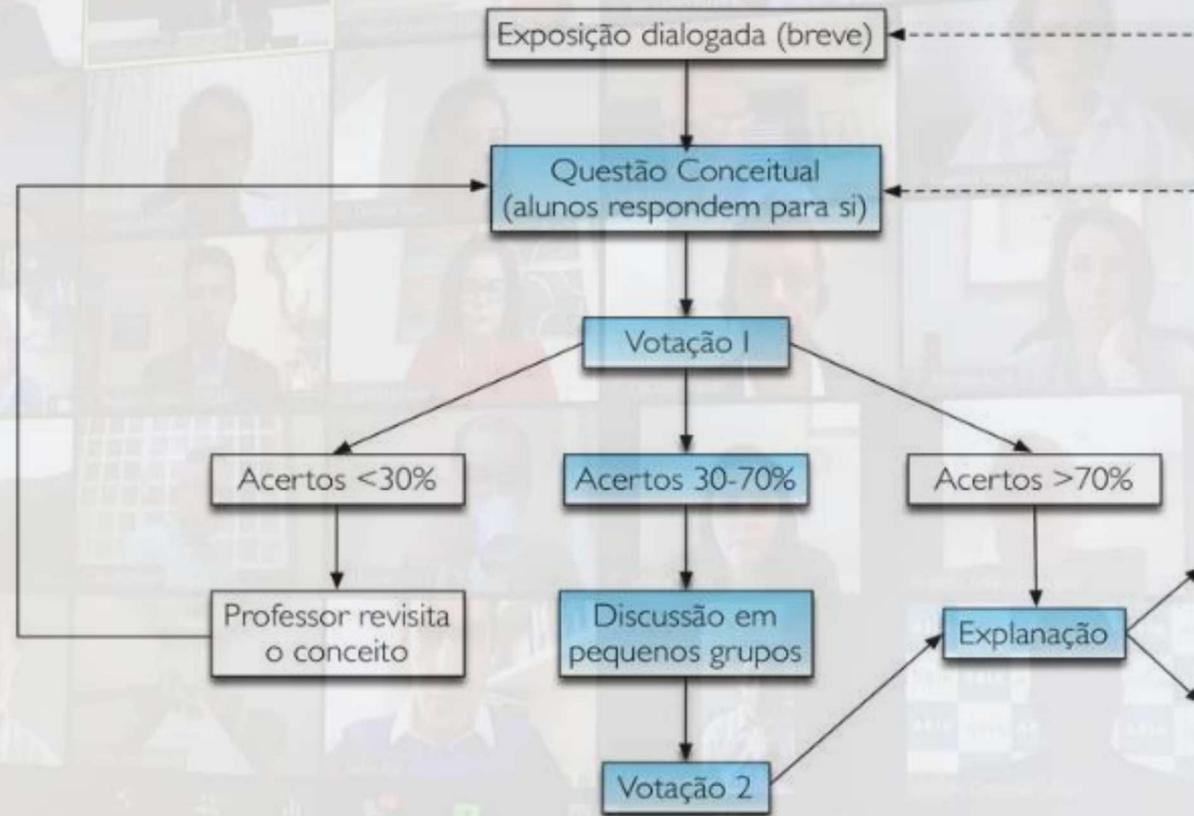


Diagrama do processo de implementação do método IpC (Peer Instruction)

Este diagrama do *Peer instruction* pode ajudá-lo na condução das atividades.



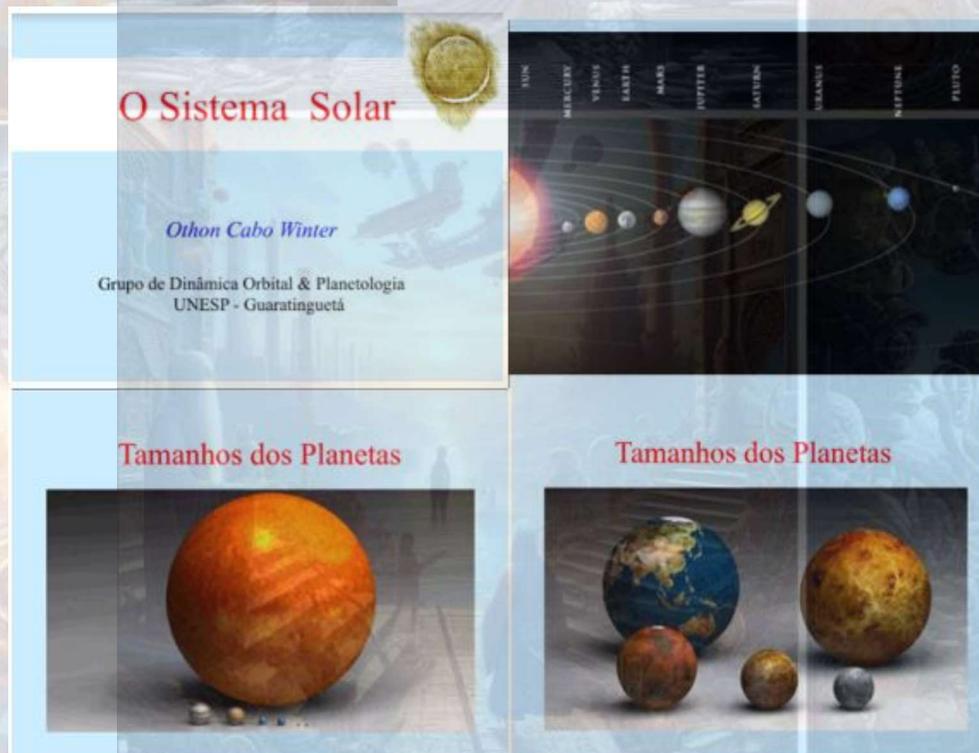
Encontro 2

Metodologia sugerida:
Ensino baseado em
problemas no formato
online

Como o movimento dos planetas influencia nas nossas vidas?

Para este encontro sugerimos que disponibilize no *Classroom* um na forma de slides, sobre o sistema solar que foi cedido pelo F Dr.Othon Cabo Winter, do Grupo de Dinâmica Orbital & Planetologia da Guaratinguetá, durante um curso realizado no CEPTEC .

Exemplo de slides sobre o sistema solar



Link para acessar os slides:
<https://drive.google.com/file/d/1iwV0981iAS91XHik8QideZLRba3H8ZUZ/view?usp=sharing>

Fonte: Prof. Dr.Othon Cabo Winter. CEPTEC, 2006.

Também sugerimos que disponibilize, com pelo menos uma semana antecedência, os vídeos indicados a seguir:

- Cosmos Carl Sagan Episódio 03 A Harmonia dos Mundos Dublado HDe.
(<https://youtu.be/DUnSxU1cxCO>)
- ISAAC NEWTON – Documentário (1995), com a indicação de os alunos assistirem do minuto 24:11 até 30:32. (<https://youtu.be/JOfs6K4sFac>)

Nos encontros de uma hora de duração sugerimos que siga os seguintes passos:

1. Comece discutindo sobre o material proposto, com foco naquilo que os estudantes compreenderam.
2. Após uns 15min de discussão proponha que eles tentem responder a pergunta motivadora.
3. Verifique as respostas dadas.
4. Caso considere as respostas satisfatórias, ou seja, o objetivo da aula foi atingido, passa-se para o próximo tema. Caso contrário, volta-se a discussão do tema até que os estudantes consigam argumentos bem embasados.

Encontro 3

Metodologia sugerida: Ensino baseado em problemas no formato online

Como nascem as estrelas?

No *Google Classroom* disponibilize o material, na forma de slides, sobre a Estrutura e Evolução Estelar, do professor Dr. Marcelo Borges Fernandes, disponibilizado no Minicurso CESAB (Comissão de Ensino da Sociedade Astronômica Brasileira) em 2006; e outro sobre o SOL, do Professor Dr. Francisco Fernandes, disponibilizado na XXXII Reunião da SAB em ATIBAIA-SP – 2006.

Link de acesso aos slides:

<https://drive.google.com/file/d/1yTyHx1KQDvgD3eiYBUtZ8a298MRJmhUg/view?usp=sharing>

https://drive.google.com/file/d/1pn2iYrzeU6MuTdtNY47MX_ZOoIBAhJPN/view?usp=sharing

Exemplo de slides sobre estrutura e evolução estelar



Fonte: Prof. Dr. Marcelo Borges Fernandes (Minicurso CESAB, 2006)

Sugerimos também que os alunos assistam ao vídeo: “De Poeira Estelar a Supernovas: O Ciclo de Vida das Estrelas”, do canal “Ciência todo Dia”.

Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=1wPSGIV84aI&author=1>

Exemplos de slides sobre o Sol



SOL
Francisco Fernandes
XXXII Reunião da SAB
ATIBAIA – 2006

O SOL MUDA?

6767 A, Ca II K, He I 10830A, Ca II 8542A, SXT Yohkoh, EUV-SOHO He II 304A, EUV-SOHO Fe XV 284A, EUV-SOHO Fe XII 195A

POR QUE ESTUDAR O SOL ?

- O Sol afeta efetivamente **nossas vidas** na Terra e todo o Sistema Solar.
- A atividade solar afeta o **clima**.
- O **Clima Espacial** afeta a Terra.
- O Sol é um **Laboratório**.
- O Sol é a **estrela mais próxima**.

QUAIS AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO SOL ?

Massa	1,989 x 10 ³⁰	~333.000 massas terrestres
Raio	696.000 km	~109 raios terrestres
Densidade	Média: 1409 kg/m ³	Central: 160.000 kg/m ³
Velocidade de Escape	618 km/s	
Distância à Terra	1,496 x 10 ⁸ km	~150 milhões de km
Luminosidade	3,9 x 10 ²⁶ Watts	
Temperatura	Efetiva: 5700 K	Central: 15.000.000 K
Idade	Cerca de 4,5 bilhões de anos	
Tipo espectral	G2 V	
Período de rotação	Equador: 25,67 dias	Pólos: ~30 dias

Prof. Dr. Francisco Fernandes (XXXII Reunião da SAB, ATIBAIA-SP – 2006)

Encontro 4

Metodologia sugerida: Ensino baseado em problemas no formato online

É possível viver em Marte? Como podemos chegar lá?

Para este encontro foram indicados dois vídeos do Youtube sobre como o ser humano poderia viver em Marte:

- O que falta para o homem chegar a Marte?” do Canal VEJA Explica

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FvRWo9zAU8U&authuser=1>

- Como tornar MARTE habitável? Com Iberê e Castanhari”, do Canal Nostalgia.

Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=DAyKeqm2_uc&authuser=1

Encontro 5

Existem satélites Brasileiros?

Para este encontro, para leitura prévia, indique uma página do INPE que explica o como os satélites funcionam. Depois peça que assistam o vídeo indicado abaixo.

Disponível em: <http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=4>
<https://youtu.be/pZmD00gxNnA?si=SBxQ9h5SjyNOXa2s>



Encontro 6

Simulação de lançamento de foguete

- Peça aos alunos que façam a simulação do lançamento de um foguete utilizando no programa *OpenRocket*, mas, antes disso é importante que assistam o tutorial disponibilizado no link abaixo.

Tutorial:

<https://www.youtube.com/watch?v=CfT25FJbSuo&t=5s>

- Após a disponibilização do programa *OpenRocket*, peça que no prazo de duas semanas façam a simulação.

Disponível em: <https://openrocket.info/>. Acesso: 25/07/2022.

- Durante o encontro síncrono, o professor deve entrar no programa para orientar os alunos sobre a simulação do lançamento do foguete.
- Aconselhamos que o professor acesse o programa antes, e treine para poder orientar melhor os alunos.



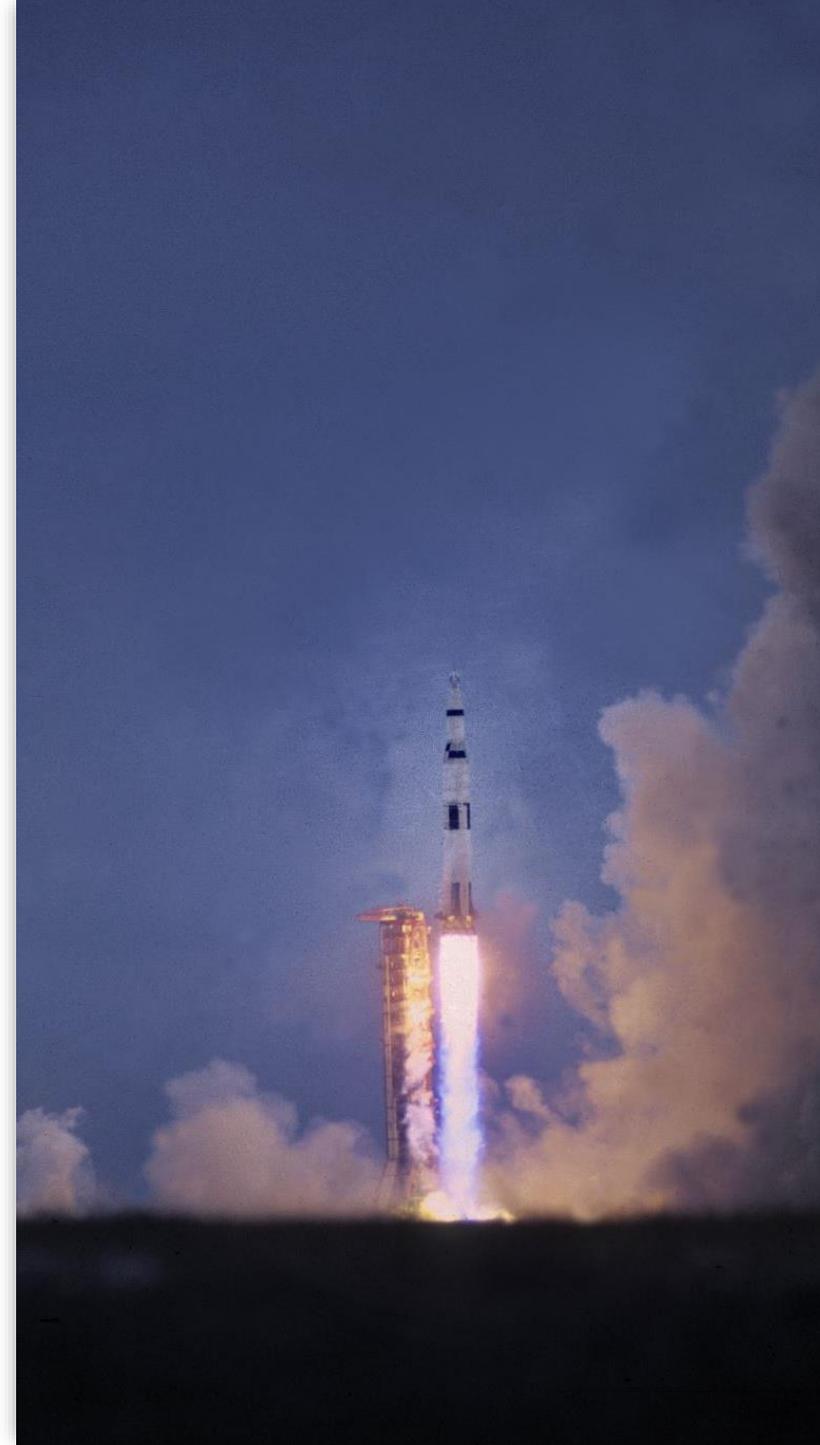
Encontros presenciais

Lançamento de foguetes com propelente

Devem ser reservados, pelo menos, três encontros presenciais para a construção e lançamento do foguete.

Para construção e lançamento do foguete serão necessários os seguintes materiais:

- Uma garrafa pet pequena de 500ml ou 600ml,
- Ignitor elétrico ou squib
- Açúcar de confeitaria
- Fertilizante de Nitrato de Potássio de concentração 12 – 00 – 45
- Tubo de pvc de 20mm de diâmetro.
- Tubo de pvc de $\frac{3}{4}$ polegada
- Cartolina
- Fita adesiva
- Barbante
- Balança de precisão
- Moedor de café
- Balão de festa
- Haste de ferro lisa de aproximadamente 1,2m
- Pilha de 9V.



O passo-a-passo para a construção do foguete pode ser acessado no link abaixo:

http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/ATIVIDADE%20PR%C3%81TICA%20DA%2016%C2%AA%20MOBFOG%20PARA%20O%20N%C3%8DVVEL%204.pdf

O primeiro e segundo encontros devem ser usados para construção do motor e do foguete.

reparação do propelente e a montagem dos foguetes.
Estudantes preparando o propelente dos foguetes



Fonte: acervo do autor

Estudantes preparando o “motor” do foguete para receber o combust



Imagem do foguete construído pelos alunos



Fonte: acervo do autor

Estudantes medindo o ângulo de lançamento do foguete



Fonte: acervo do autor

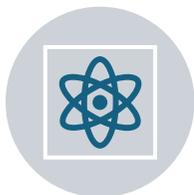
O terceiro encontro presencial deve ser dedicado ao lançamento do foguete. O motor deve ser carregado com o propelente sólido para ser usado no mesmo dia do lançamento, pois se ficar guardado por uma semana pode ser que na hora do lançamento não funcione.

Transmissão do lançamento do foguete por uma rede social

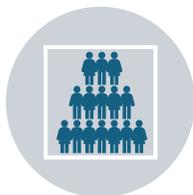


Fonte: acervo do autor

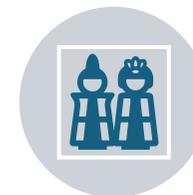
Relatos dos alunos sobre o projeto:



- “Elas então, foram muito boas, porque faz a gente enxergar a física de uma forma diferente, de uma forma mais prática.”



- “As aulas foram muito produtivas, para que a gente conseguisse entender mais os fenômenos astronômicos da atualidade e, além disso, desenvolver-se nessa habilidade manuais com projetos como foguetes.”



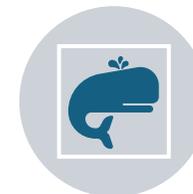
- “Os encontros fizeram com que nós tivéssemos uma base boa tanto para o primeiro quanto para o restante do curso médio.”



- “Esses encontros nos ajudaram a instigar nossa curiosidade sobre a física e como ela funciona na prática, ajudou também para termos uma compreensão maior e um aprofundamento nos fenômenos astronômicos, ainda mais os atuais e que na escola quase não é visto.”



- “eu gosto de aprender física é assim”,



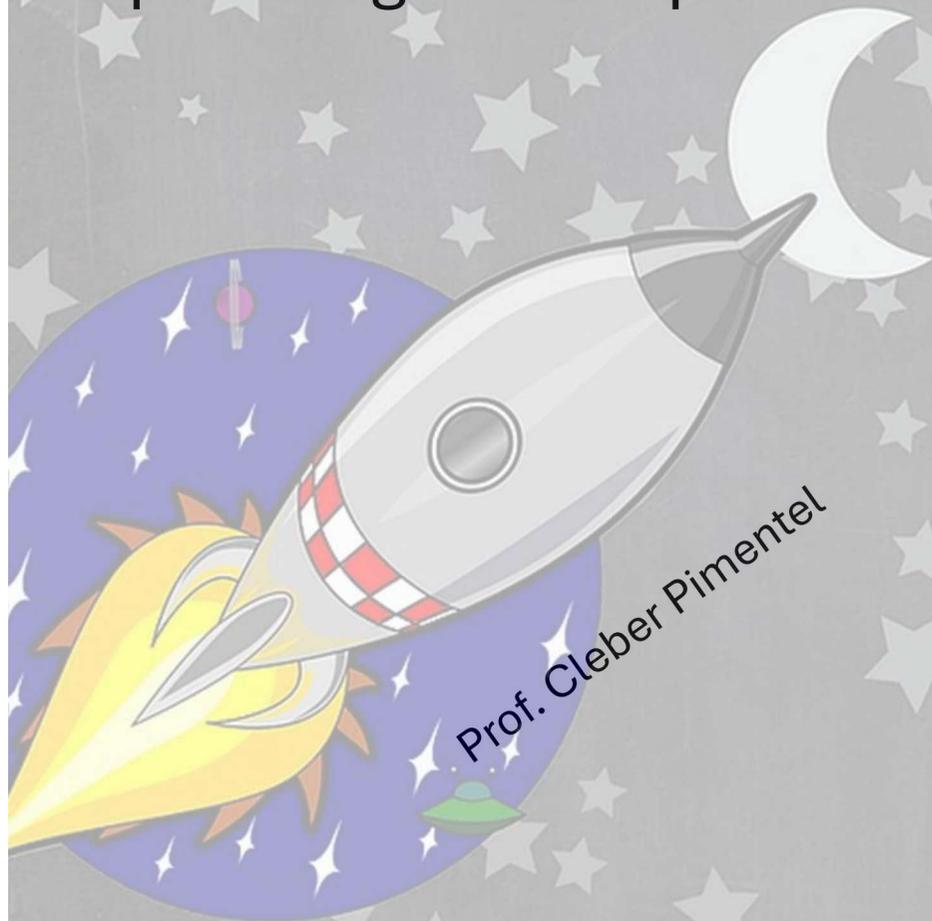
- “toda aula tinha que ser divertida”,



- “aula assim é que make de verdade”.



Obrigado por chegar até aqui!



“A Astronomia obriga a nossa alma a olhar para cima e a levar-nos do nosso mundo para outro.”

Platão.

