



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA-CAMPUS VIII  
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE-CCTS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**LERÂNIA BARBOSA DE SOUSA**

**A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS APLICADA EM TURMAS  
DE PREPARAÇÃO PARA A OBA NAS ESCOLAS PÚBLICAS DE ARARUNA-  
PB: RELATO DE EXPERIÊNCIA**

**ARARUNA-PB  
2024**

LERÂNIA BARBOSA DE SOUSA

**A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS APLICADA EM TURMAS DE  
PREPARAÇÃO PARA A OBA NAS ESCOLAS PÚBLICAS DE ARARUNA-PB:  
RELATO DE EXPERIÊNCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) apresentado ao Departamento do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de licenciada em Física.

**Área de concentração:** Física no Ensino Médio.

**Orientador:** Prof. Dr. José Jamilton Rodrigues dos Santos

**ARARUNA-PB  
2024**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S725a Sousa, Lerania Barbosa de.

A aprendizagem baseada em problemas aplicada em turmas de preparação para a oba nas escolas públicas de Araruna-PB [manuscrito] : relato de experiência / Lerania Barbosa de Sousa. - 2024.

62 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. José Jamilton Rodrigues dos Santos, Coordenação do Curso de Física - CCTS".

1. Ensino de Física. 2. Leis de Kepler. 3. Astronomia. I.  
Título

21. ed. CDD 530.07

A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS APLICADA EM TURMAS DE  
PREPARAÇÃO PARA A OBA NAS ESCOLAS PÚBLICAS DE ARARUNA-PB:  
RELATO DE EXPERIÊNCIA

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) apresentado ao Departamento do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de licenciada em Física.

Área de concentração: Física no Ensino Básico.

Aprovada em: 27/06/2024.

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Jamilton Rodrigues da Silva (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Me. Thiago da Silva Santos  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Gabriela Coutinho Luna  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À minha família, meus amigos, pelo  
apoio, companheirismo e amizade,  
**DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por ter me dado forças para enfrentar os obstáculos ao longo desses anos.

Aos meus familiares que sempre estiveram ao meu lado me apoiando durante essa jornada.

Ao meu orientador Dr. José Jamilton Rodrigues dos Santos pela disposição, paciência e confiança.

Aos meus professores pelos conhecimentos e ensinamentos construídos ao longo do curso.

Aos meus amigos(as) muito obrigado pelo companheirismo, parceria e amizade, vocês tornaram essa trajetória mais leve em meio às dificuldades.

## RESUMO

Este estudo investigou a aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no ensino das Leis de Kepler para alunos do ensino médio, visando entender seus impactos no processo de ensino. Os resultados destacaram a mudança do papel do professor, passando de transmissor de conhecimento para facilitador do aprendizado dos alunos. Ao adotar a ABP, os estudantes assumiram uma posição de protagonistas na construção do conhecimento, enfrentando desafios práticos e colaborativos relacionados às Leis de Kepler. Isso promoveu o desenvolvimento do pensamento crítico, autonomia e habilidades essenciais para a vida. Os resultados mostraram diferenças entre os estudantes durante a aplicação da sequência de ensino. Enquanto alguns obtiveram sucesso com a metodologia, desenvolvendo compreensão e habilidades analíticas, outros enfrentaram dificuldades. No entanto, essa abordagem não é igualmente eficaz para todos os estudantes. Enquanto alguns prosperam, desenvolvendo compreensão e habilidades analíticas, outros enfrentam dificuldades. Essas dificuldades podem ser sanadas com o apoio adequado de tutores, permitindo que os estudantes possam concluir as tarefas propostas. Assim, embora a ABP promova a participação ativa e o protagonismo estudantil, é essencial considerar as variações individuais na capacidade de lidar com os desafios impostos por essa metodologia.

**Palavras-Chave:** Ensino de Física; Leis de Kepler; Astronomia.

## **ABSTRACT**

This study investigated the application of Problem-Based Learning (PBL) in the teaching of Kepler's Laws to high school students, aiming to understand its impacts on the teaching process. The results highlighted the change in the role of the teacher, going from a transmitter of knowledge to a facilitator of student learning. By adopting PBL, students assumed a position of protagonists in the construction of knowledge, facing practical and collaborative challenges related to Kepler's Laws. This promoted the development of critical thinking, autonomy, and essential life skills. The results showed differences between the students during the application of the teaching sequence. While some have found success with the methodology, developing understanding and analytical skills, others have faced difficulties. However, this approach is not equally effective for all students. While some thrive by developing understanding and analytical skills, others struggle. These difficulties can be solved with the appropriate support of tutors, allowing students to complete the proposed tasks. Thus, although PBL promotes active participation and student protagonism, it is essential to consider individual variations in the ability to deal with the challenges imposed by this methodology.

**Keywords:** Physics Teaching; Kepler's Laws; Astronomy.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Imagem 1 – Ciclo de aprendizagem baseada em problemas .....	24
Imagem 2 - Problemática acerca do movimento retrógrado de Marte .....	26
Imagem 3 - Resolução do grupo 1 .....	27
Imagem 4 - Resolução do grupo 2 .....	27
Imagem 5 - Resolução do grupo 3 .....	27
Imagem 6 - Problemática sobre a lei das áreas .....	28
Imagem 7 - Resolução do grupo 1 .....	29
Imagem 8 - Resolução do grupo 2 .....	29
Imagem 9 - Resolução do grupo 3 .....	30
Imagem 10 - Problemática sobre a terceira lei de Kepler .....	31
Imagem 11 - Resolução do grupo 1 .....	31
Imagem 12 - Resolução do grupo 1 .....	32
Imagem 13 - Resolução do grupo 2 .....	32
Imagem 14 - Resolução do grupo 3 .....	33
Imagem 15 - Estudantes resolvendo as problemáticas .....	34
Imagem 16 - Problemática .....	34
Imagem 17 - Resolução do grupo 1 .....	35
Imagem 18 - Resolução do grupo 2 .....	36
Imagem 19 - Resolução do grupo 3 .....	36
Imagem 20 – Problemática objetiva .....	38
Imagem 21 - Resolução do grupo 1 .....	38
Imagem 22 - Resolução do grupo 2 .....	39
Imagem 23 - Resolução do grupo 3 .....	39
Imagem 24 - Problemática acerca da terceira lei de Kepler .....	41
Imagem 25 - Resolução do grupo 1 .....	41
Imagem 26 - Resolução do grupo 2 .....	42
Imagem 27 - Resolução do grupo 3 .....	42

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	12
<b>2.1 Ensino de Astronomia</b> .....	12
<b>2.1.1 Metodologias Ativas</b> .....	13
<b>2.1.2 Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)</b> .....	15
<b>2.1.3 Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica</b> .....	16
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	19
<b>3.1 Descrição de estudo</b> .....	19
<b>3.2 Percorso metodológico</b> .....	19
<b>3.3 Delineamento da pesquisa e a construção da sequência de ensino</b> .....	23
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	25
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	44
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	45
<b>APÊNDICE</b> .....	47

## 1 INTRODUÇÃO

A Astronomia concentra-se no estudo dos corpos celestes, suas propriedades físicas e movimento no Cosmos. Com base em observações e análises teóricas, os astrônomos exploram os mistérios do Universo, desde os fenômenos mais próximos, como o sistema solar e suas órbitas, até as estruturas cósmicas mais distantes, tais como galáxias, aglomerados de estrelas e quasares. Os fenômenos astronômicos possuem influência direta sobre a vida na Terra e a forma como nos relacionamos diariamente em sociedade (Kantor, 2001; Carvalho & Pacca, 2013); um exemplo é a influência da Lua sobre as marés, um fenômeno astronômico bem conhecido, no qual a força gravitacional da Lua exerce uma atração sobre as massas de água na Terra, causando as marés altas e baixas. Além disso, os satélites artificiais desempenham um papel fundamental na comunicação, navegação e monitoramento do clima, orbitando o planeta e permitindo avanços significativos em diversas áreas tecnológicas. No contexto da exploração espacial, os altos investimentos realizados durante a corrida espacial, especialmente entre os EUA e a antiga União Soviética, levaram ao desenvolvimento de tecnologias inovadoras, como o pouso do homem na Lua e o lançamento de inúmeras missões científicas que expandiram nosso conhecimento sobre o universo. Essas influências destacam uma parcela relevante dos estudos relacionados à Astronomia para a vida em sociedade (Arouca, Schiel & Silva, 2008; Aroca, 2009; Colombo Junior, 2014).

Apesar de sua relevância, a Astronomia está frequentemente ausente das atividades básicas curriculares nas escolas, mesmo sendo um campo de conhecimento amplamente relacionado com a sociedade. Fenômenos astronômicos, como as fases da Lua e as estações do ano, impactam diretamente o cotidiano, mas são abordados de forma superficial no ensino. Isso contrasta com as orientações curriculares, que recomendam a integração desses temas para o desenvolvimento de habilidades científicas nos alunos. A falta de formação específica para professores e a sobrecarga de conteúdos contribuem para essa ausência, limitando o potencial da Astronomia no ambiente escolar.

Diante do sistema educacional de ensino nas escolas, Fontanella e Meghioratti (2016), comentando acerca do ensino de Astronomia na educação básica, apontam seu estudo como forma de auxiliar a aprendizagem de conceitos presentes no cotidiano, além de estimular a curiosidade e o interesse dos alunos sobre questões científicas. Diante desse contexto educacional, surgiu o seguinte questionamento: *Como a aplicação de uma sequência de ensino através da metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) influencia a preparação de alunos para a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA)?*

Para responder ao questionamento central, o trabalho teve como objetivo criar e aplicar mecanismos para investigar os impactos da proposta, analisando o uso da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no ensino de Astronomia para alunos em preparação para a OBA, analisando o desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas em um estudo de conteúdos com o uso da ABP. Por fim, buscou-se relatar a aplicação da sequência de ensino baseada nessa metodologia, voltada para o ensino de Astronomia, com alunos em preparação para a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA). Deste modo, entre as metodologias ativas, a Aprendizagem Baseada em Problemas busca promover uma aprendizagem significativa através da resolução de problemas. A mesma propõe que o estudante seja o protagonista do seu próprio conhecimento no processo de ensino. Ou seja, o professor em sala de aula desempenha o papel de facilitador e orientador dos alunos, promovendo a interação entre teoria e prática. O discente estuda o material previamente, e em sala de aula são formados grupos entre três e cinco componentes, com funções de coordenador e secretário em cada grupo constituído.

Neste trabalho, detalharemos o desenvolvimento de uma aplicação de sequência de ensino, utilizando uma metodologia ativa para implementar o estudo das três leis de Kepler. Dessa forma, a estrutura desta pesquisa inclui um levantamento teórico sobre o ensino de Astronomia, Metodologias Ativas, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA).

No capítulo 1, haverá uma análise detalhada sobre a evolução da presença da Astronomia no currículo da educação básica no Brasil, com foco nas mudanças introduzidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

No capítulo 2, descreveremos a abordagem ativa na educação, que coloca o aluno como protagonista do próprio aprendizado, estimulando a participação, autonomia e o desenvolvimento de competências essenciais para a vida. Ao contrário dos métodos tradicionais onde o professor é o principal transmissor de conhecimento, as abordagens ativas promovem a construção do saber pelo estudante através de atividades práticas, colaborativas e reflexivas.

No capítulo 3, veremos uma discussão sobre a implementação e as características da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Inicia-se com uma breve história da introdução da ABP em diversas universidades ao redor do mundo e apresenta o principal objetivo da ABP, proporcionar aos alunos uma formação teórica e prática que estimule tanto o conhecimento quanto as habilidades necessárias para a resolução de problemas reais.

No capítulo 4, haverá uma descrição sobre a evolução e impacto da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) desde sua criação. Apresenta as mudanças

organizacionais e estruturais da OBA ao longo dos anos. Aborda as modificações nos níveis de prova ao longo dos anos, detalhando a estrutura atual que abrange todas as séries do ensino básico, do 1º ano do ensino fundamental ao ensino médio, e a integração da OBA com projetos de extensão e o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), que focam no ensino de Astronomia e na preparação dos estudantes para a OBA através de metodologias ativas como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), promovendo um ambiente educacional dinâmico e colaborativo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Ensino de Astronomia

A Astronomia é um conhecimento acerca de diversos fenômenos do Universo. Como expressa Mourão (1997, p. 22), “a Astronomia é, na sua essência, a ciência da observação dos astros. Seu objetivo é situá-los no espaço e no tempo, explicar os seus movimentos e as suas origens, descobrir a sua natureza e as suas características”. Dentro do ensino formal, a Astronomia é uma área da ciência pouco mencionada e até mesmo desconhecida aos alunos por meio dos professores.

A partir do ano de 1996, por meio da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases, ocorreu a inserção da Astronomia no currículo da educação básica, que reorganizou e permanece orientando a educação nacional (Langhi, 2009). Por meio da definição dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (Brasil, 1997), o ensino fundamental (EF) começou a mostrar um eixo transversal relacionado ao termo “Terra e Universo”, onde a Astronomia está situada.

Desse modo, a proposta para essa ciência, através dessas orientações, visa o estudo dos fenômenos Sol-Terra-Lua, incluindo a atuação tridimensional do dia-noite, as fases da Lua, as estações do ano, os eclipses, o movimento das marés e a inclusão de uma taxonomia dos planetas (Langhi; Nardi, 2012; Peixoto, 2013).

Diante do ensino médio (EM), os PCNs optam pela utilização da Astronomia por meio das relações interdisciplinares, destacando suas relações com a Física, quando se fala em gravitação, movimentação relativa da Lua, do Sol e dos demais planetas contidos no Sistema Solar.

[...] o ensino de astronomia para o EM deve ser tratado de tal maneira, que contemple temas transversais, privilegiando, assim a interdisciplinaridade inerente à astronomia, pois, por se tratar de um assunto que desperta a curiosidade dos estudantes, esta ciência poderá ser utilizada como um fator de motivação para a construção de conhecimentos de outras disciplinas relacionadas (Langhi; Nardi, 2010, p. 4405).

No ano de 2015, o Ministério da Educação (MEC), através das metas pautadas com base no PNE 2014/2024 (BRASIL, 2014), estimulou a criação de um documento. A Base Nacional Comum Curricular serve como guia fundamental para todo o processo educacional, fornecendo orientações abrangentes.

A primeira versão da BNCC foi elaborada com a educação básica estruturada em torno de eixos que organizavam os componentes curriculares. Esses componentes eram desenhados para promover o desenvolvimento de habilidades e competências específicas em cada área de

conhecimento. O documento foi aberto para consulta pública entre outubro de 2015 e março de 2016, recebendo mais de 12 milhões de contribuições, o que demonstra o interesse e a participação da sociedade no processo de construção da base.

Em maio de 2016, uma segunda versão da BNCC foi revisada por aproximadamente 9 mil educadores, durante um seminário promovido pela UNDIME e o CONSED, ambos órgãos representativos da educação municipal e estadual. Essa fase foi marcada por um diálogo mais profundo com os profissionais da educação, buscando aperfeiçoar a proposta com base nas discussões desse seminário.

Contudo, mudanças políticas ocorridas no Brasil em 2016, como o impeachment da presidenta Dilma Rousseff, levaram a alterações no Conselho Nacional de Educação, o que influenciou diretamente na BNCC. A partir disso, o foco do documento foi reorientado.

A terceira versão da BNCC passou a concentrar-se no ensino infantil e fundamental, deixando de lado as discussões relacionadas ao ensino médio, sendo finalmente aprovada entre 2017 e 2018. Conforme destacado por Aguiar (2018), "A BNCC, em sua primeira versão, mostrava a educação básica organizada como eixos estruturantes, possuindo componentes curriculares opostos com objetivos baseados em habilidades e competências específicas a cada conteúdo correspondente".

A revisão curricular incluiu mais conteúdos relacionados à Astronomia, refletindo uma maior valorização dessa disciplina como componente essencial da educação científica. Essa inclusão visa proporcionar aos alunos uma compreensão mais abrangente do Universo, embora a implementação dessas mudanças ainda enfrente desafios, como a necessidade de formação adequada dos professores e a disponibilização de recursos didáticos apropriados. A presença da Astronomia na BNCC foi ampliada, mas seu impacto efetivo dependerá de vários fatores complementares que ainda precisam ser desenvolvidos.

### **2.1.1 Metodologias Ativas**

A abordagem ativa na educação coloca o aluno como protagonista do próprio aprendizado, estimulando a participação, autonomia e o desenvolvimento de competências essenciais para a vida. Por sua vez, diferentemente dos métodos tradicionais, nos quais o professor é responsável por transmitir o conhecimento, as abordagens ativas fomentam a construção do saber pelo estudante, por meio de atividades práticas, colaborativas e reflexivas.

Segundo Cotta et al. (2012, p. 788), as metodologias ativas no sistema de ensino e aprendizagem se fundamentam em "estratégias de ensino fundamentadas na concepção

pedagógica crítico-reflexiva, que permitem uma leitura e intervenção sobre a realidade, favorecendo a interação entre os diversos atores e valorizando a construção coletiva do conhecimento e seus diferentes saberes e cenários de aprendizagem”. Portanto, a aprendizagem significativa ocorre quando:

o aluno interage com o assunto em estudo – ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando – sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor. Em um ambiente de aprendizagem ativa, o professor atua como orientador, supervisor, facilitador do processo de aprendizagem, e não apenas como fonte única de informação e conhecimento (Barbosa; Moura, 2013, p. 55).

A respeito disso, Varela et al. (2007) destacam diversos benefícios decorrentes da prática de metodologias ativas aplicadas em ambientes escolares, tais como: aumento da motivação, interesse e envolvimento dos estudantes; diminuição das taxas de abandono dos cursos; aumento da apreensão de conhecimentos; maior desenvolvimento de habilidades e competências; maior proximidade entre a teoria e sua aplicação, entre os conhecimentos prévios e os que são aprendidos e maior interdisciplinaridade.

Além disso, as estratégias de ensino ativo enaltecem a colaboração entre os estudantes e também entre os estudantes e o docente. Essa colaboração facilita a construção coletiva do saber, possibilitando que os estudantes troquem ideias, debatam conceitos e absorvam conhecimento uns com os outros.

Deste modo, o papel do professor nessas abordagens é o de guia no processo de aprendizagem, oferecendo direcionamento e apoio conforme necessário, mas permitindo que os estudantes assumam a responsabilidade por seu próprio aprendizado.

A respeito disso, a contextualização do aprendizado é um elemento crucial nas metodologias ativas. Isso implica em criar atividades educacionais que tenham relevância e significado para a vida dos estudantes, conectando os conhecimentos teóricos com suas vivências pessoais e profissionais. Esta abordagem auxilia a aumentar o engajamento dos alunos e a estimular um aprendizado mais significativo e duradouro.

O foco deste estudo será a aprendizagem baseada em problemas, uma metodologia que se adequa perfeitamente ao modelo de problemas encontrados nas olimpíadas. Este método ajuda os alunos a aprenderem habilidades como resolução de problemas complexos, pensamento crítico e trabalho em equipe. Adicionalmente, será enfatizado o valor do estudo prévio, pois o conhecimento adquirido anteriormente é essencial para a implementação eficaz desta abordagem, preparando os alunos para enfrentar os desafios apresentados com confiança

e eficiência.

### **2.1.2 Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**

A Aprendizagem Baseada em Problemas foi inicialmente implementada nas universidades McMaster, no Canadá, Maastricht, na Holanda, Newcastle, na Austrália, e Harvard, nos Estados Unidos. Em 1993, essa metodologia foi aplicada no Brasil, na Escola de Saúde Pública do Ceará, na Faculdade de Medicina de Marília (FAMEMA) em 1997 e no curso de Ciências Médicas da Universidade de Londrina (UEL) em 1998 (Carlini, 2006).

O principal objetivo é que os alunos possam se desenvolver e aprender através dessa metodologia da ABP. De acordo com Tynyälä (1999 apud Ribeiro, 2008), a ABP possibilita uma formação de modo teórico e prático, estimulando conhecimento e habilidades.

Sendo assim, a ABP utilizada em sala de aula possui uma metodologia diversificada do método de ensino tradicional, é algo mais instrutivo, abrangendo problemas do dia a dia e contribuindo para a autonomia, desenvolvimento e pensamento crítico do discente. As principais características apresentadas da ABP, conforme Bridges (1992, p. 5-6), estão pautadas em:

1 O ponto de partida para a aprendizagem é um problema (isto é, um estímulo para o qual um indivíduo não tenha uma resposta imediata); 2. O problema deve permitir que os alunos estejam aptos a respondê-lo; 3. O conhecimento que os alunos devem adquirir estará organizado em torno de problemas em vez de disciplinas; 4. Estudantes, individualmente ou coletivamente, assumem uma importante responsabilidade pelas suas próprias instruções e aprendizagens; 5. A maior parte do aprendizado ocorre dentro do contexto de pequenos grupos.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é um ciclo organizado de etapas essenciais para o desenvolvimento das habilidades e do conhecimento dos alunos. Primeiramente, um problema é apresentado ao grupo, estimulando o interesse e o engajamento dos participantes. Em seguida, o problema é discutido por meio de perguntas que incentivam a cooperação e o pensamento crítico entre os membros do grupo. Após isso, os alunos têm a oportunidade de discutir diferentes pontos de vista e propor possíveis soluções. As principais recomendações pautadas devem ser coletadas e organizadas de forma lógica e coerente na quarta etapa. O próximo passo é a definição das metas de aprendizado, que estabelecerão objetivos claros para a investigação e resolução de problemas. Cada membro do grupo estuda de forma independente na fase de análise individual, concentrando-se nos elementos necessários para contribuir efetivamente para a solução. Ao final, os alunos apresentam as soluções. Todo esse processo depende de um estudo prévio, essencial para fornecer uma base

de conhecimento sólida. Esse conhecimento prévio facilita a compreensão do problema e permite a criação de soluções mais fundamentadas e eficazes.

Segundo Mota e Rosa (2018), as metodologias ativas criam um ambiente de aprendizado no qual o estudante assume um papel central na construção do conhecimento, ao ser desafiado a resolver problemas reais, o que favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual. No contexto do ensino de Física, essas abordagens são especialmente valiosas, pois permitem que os alunos façam conexões diretas entre a teoria e a prática, tornando o aprendizado mais significativo. A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), por exemplo, é uma estratégia que possibilita ao aluno explorar conceitos físicos ao resolver desafios práticos, o que reforça a importância de desenvolver habilidades como a autorregulação e o pensamento reflexivo. Nesse sentido, as contribuições de autores como Freire (1996) também são fundamentais, ao enfatizarem que a aprendizagem é fortalecida quando os alunos enfrentam problemas reais e constroem novos conhecimentos a partir das suas próprias experiências.

### **2.1.3 Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica**

A primeira OBA aconteceu no ano de 1998 e, com os resultados, a Diretoria da SAB encarregou a própria CESAB para organizar a OBA a partir do ano de 1999. A segunda edição ocorreu em 14 de agosto de 1999, contabilizando 15.481 alunos inscritos, de 597 estabelecimentos de ensino distribuídos por vinte e duas Unidades da Federação, incluindo o Distrito Federal (Canalle et al., 2000).

Outrossim, a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica vem apresentando um crescimento acelerado, chegando a um número de participantes de aproximadamente 860.000 alunos espalhados por todos os Estados do Brasil no ano de 2009 (Canalle et al., 2009).

Em 2009, foi comemorado o Ano Internacional da Astronomia, ocorreu uma mobilização mundial em torno do ensino de Astronomia, possuindo vários reflexos no Brasil, um deles o recorde do número de estudantes participantes desta Olimpíada.

Para além disso, a Agência Espacial Brasileira (AEB) em 2005, passou a compor parte da Comissão Organizadora da OBA. A Olimpíada passou a ser chamada de Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica, contendo 7 questões de Astronomia e 3 de Astronáutica (Canalle et al., 2007). Em 2008, foram adicionadas questões envolvendo “Energia” sob a responsabilidade da Eletrobras-FURNAS, situando a prova atualmente dividida em 5 questões de Astronomia, 3 de Astronáutica e 2 de Energia.

Em 2009, a organização responsável pela OBA passou da CESAB para uma nova comissão, nomeada como Comissão de Olimpíada da Sociedade Astronômica Brasileira (CO/SAB).

Os objetivos da OBA, conforme mencionado em seu regulamento, incluem: fomentar o interesse dos jovens pelo estudo da Astronomia, da Astronáutica e de ciências afins; mobilizar um mutirão nacional envolvendo alunos, professores, familiares, escolas, profissionais e instituições ligadas à Astronomia; promover a difusão dos conhecimentos básicos da Astronomia de forma lúdica e cooperativa; colaborar com a formação cidadã do aluno; ressaltar a importância dos estudos para o desenvolvimento pessoal; e estabelecer formas diferenciadas de ensino, entre outros.

Além da prova, a OBA oferece diferentes formas de atividades de ensino e divulgação científica, como: Curso para os melhores alunos, cursos de formação de professores, realização de atividades práticas, distribuição de materiais didáticos e paradidáticos.

Diante da organização da Olimpíada, desde sua criação, a mesma passou por modificações ao longo dos anos. Em sua primeira edição, havia dois níveis de prova, nível 1 destinado aos alunos do ensino fundamental referente a 5<sup>o</sup> e 8<sup>o</sup> série e o nível 2 para alunos do ensino médio. Na segunda realização, a OBA possui 3 níveis, o primeiro nível voltado para alunos do primeiro ciclo do Ensino Fundamental referente a (1<sup>o</sup> a 4<sup>o</sup> séries), o segundo nível para alunos do segundo ciclo do Ensino Fundamental e o terceiro nível para os alunos do Ensino Médio. Em 2004 ainda ocorreu uma outra mudança, onde o primeiro nível se dividiu em dois, permanecendo na mesma organização até os dias atuais. Nível I - 1<sup>o</sup> ao 3<sup>o</sup> anos do Ensino Fundamental, II - 4<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> anos do Ensino Fundamental, III - 6<sup>o</sup> ao 9<sup>o</sup> anos do Ensino Fundamental, IV - Todos os anos do Ensino Médio.

A OBA é a única olimpíada que abrange todas as séries referentes ao ensino básico. Como também se destaca por conseguir ter a mesma proporção de alunos inscritos entre instituições públicas e privadas de acordo com o MEC.

Este trabalho é resultado de um projeto de extensão que, posteriormente, foi continuado no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), com foco no ensino de Astronomia. A iniciativa concentrou-se na preparação dos estudantes para a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) e no desenvolvimento de componentes eletivos em escolas selecionadas. O projeto visou não apenas o aprofundamento dos conhecimentos astronômicos dos alunos, mas também a promoção de uma estratégia pedagógica. Esta abordagem, baseada na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), buscou estimular o interesse pela ciência e incentivar a aprendizagem ativa e colaborativa, proporcionando um

ambiente educacional dinâmico.

### 3 METODOLOGIA

Definimos a qualificação dos participantes, o local de aplicação da pesquisa, os componentes do estudo e os procedimentos metodológicos adotados nas atividades de ensino. As atividades seguem uma sequência projetada para explorar e aprofundar a compreensão das três leis de Kepler, integrando uma abordagem de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

Esse arcabouço metodológico enfatiza a aplicação prática das Leis de Kepler, com o uso da ABP para promover uma participação ativa dos alunos e enriquecer o processo de ensino-aprendizagem.

#### 3.1 Descrição de estudo

A pesquisa faz parte de um projeto de extensão da Universidade Estadual da Paraíba, no qual estudantes de graduação do Campus VIII, localizado em Araruna-PB, são responsáveis por ministrar atividades para alunos da escola básica do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio. O foco do projeto é a preparação desses alunos para a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA). Assim, os graduandos orientam os estudantes da escola básica no aprendizado sobre a escala do Universo, do micro ao macro, abordando temas relacionados à Astronomia e à Astronáutica.

#### 3.2 Percurso metodológico

**Quadro 1:** Descrição Metodológica

Etapa	Descrição
	<p><b>Tipo de Estudo:</b> Qualitativo, bibliográfico e aplicado.</p> <p><b>Local de Implementação:</b> Universidade Estadual da Paraíba, Campus VIII, Araruna-PB.</p> <p><b>Período de Realização:</b> De 27 a 31 de março de 2023</p>

	<p><b>Participantes:</b> 24 alunos dos 1º, 2º e 3º ano do ensino médio das Escolas Cidadã Integral e Técnica Benjamim Maranhão e da Escola Estadual Targino Pereira.</p>
<b>Objetivo geral</b>	<p>Promover a compreensão aprofundada e ativa das três Leis de Kepler, integrando a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) para desenvolver habilidades colaborativas e de resolução de problemas nos alunos.</p>
<b>Planejamento do Ensino</b>	<p><b>Conteúdo Abordado:</b> Três Leis de Kepler, com ênfase em exemplos práticos e no desenvolvimento da compreensão conceitual dos alunos.</p> <p><b>Distribuição Prévia do Material:</b> Antes dos encontros presenciais, os materiais foram enviados pelo WhatsApp, permitindo que os alunos se familiarizassem com o conteúdo de forma autônoma.</p>
<b>Verificação de Conhecimento</b>	<p><b>Quiz Inicial:</b> Aplicação de cinco perguntas para avaliar o entendimento inicial dos alunos sobre as Leis de Kepler:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) O que afirma a primeira lei de Kepler?</li><li>2) Qual é a definição da segunda lei de Kepler, também conhecida como a "Lei das Áreas"?</li></ol>

	<p>3) Qual das alternativas abaixo representa um exemplo cotidiano de uma das Leis de Kepler?</p> <p>4) Qual das informações abaixo é correta sobre Johannes Kepler?</p> <p>5) Qual é a definição correta da terceira lei de Kepler?</p>
<p><b>Estrutura dos Encontros</b></p>	<p><b>Quantidade:</b> Dois encontros presenciais.</p> <p><b>Duração:</b> 2 horas cada (13h às 15h).</p> <p><b>Datas:</b> Segunda-feira, 27 de março, e sexta-feira, 31 de março de 2023, durante a preparação para a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA).</p>
<p><b>Metodologia e Procedimentos Didáticos</b></p>	<p><b>Metodologia:</b> Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), estruturando os encontros em problematizações que incentivam análise crítica, trabalho colaborativo e engajamento ativo dos alunos.</p> <p><b>Sequência Didática:</b> Desenvolvida para explorar os conceitos das Leis de Kepler de maneira prática e interativa.</p>
<p><b>Funções Específicas dos Alunos</b></p>	<p><b>Coordenador(a):</b> Responsável por liderar o grupo, estimular a discussão e participação, organizar a dinâmica, controlar o tempo e distribuir tarefas.</p>

	<p><b>Secretário(a):</b> Responsável por registrar as ideias, otimizar a discussão e promover a organização e colaboração dentro do grupo.</p> <p><b>Tutor(a):</b> Três tutores acompanhavam as atividades, auxiliando os grupos e oferecendo orientação para facilitar o andamento das atividades e sanar dúvidas ou dificuldades dos alunos durante as discussões e resoluções de problemas.</p>
<p><b>Procedimentos e Organização das Atividades</b></p>	<p>Encontro 1 (27 de março):</p> <p><b>Formação dos Grupos:</b> Grupos definidos por sorteio em sala (dois grupos de três alunos e um grupo de quatro).</p> <p><b>Designação de Funções:</b> Cada grupo recebeu um Coordenador (responsável pela liderança, dinâmica e controle de tempo) e um Secretário (responsável pela organização e registro das ideias).</p> <p><b>Atividade Inicial:</b> Aplicação de um quiz com cinco perguntas sobre as Leis de Kepler, para verificar o conhecimento prévio dos participantes.</p> <p><b>Problematizações:</b> Aplicação das três primeiras problematizações, com acompanhamento e suporte de três tutores presentes para mediação.</p> <p>- Encontro 2 (31 de março):</p>

	<p><b>Nova Formação de Grupos:</b> Redistribuição dos alunos em grupos (um grupo de quatro alunos e dois grupos de cinco alunos).</p> <p><b>Redistribuição de Funções:</b> Redesignação dos papéis de Coordenador e Secretário em cada grupo.</p> <p><b>Problematizações:</b> Aplicação das três últimas problematizações, novamente com apoio dos tutores para orientação e suporte conforme necessidade.</p>
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

### 3.3 Delineamento da pesquisa e a construção da sequência de ensino

Este estudo tem como objetivo investigar a eficácia da aplicação da metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino das três Leis de Kepler para alunos do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio. As três Leis de Kepler, formuladas por Johannes Kepler no século XVII, descrevem o movimento dos corpos celestes no sistema solar e são fundamentais para o estudo da astronomia e física.

A escolha do tema: Três Leis de Kepler, é motivada pela sua importância no entendimento do movimento dos corpos celestes e pela sua relevância dentro do contexto do ensino de Astronomia.

A metodologia de ensino selecionada, a Aprendizagem Baseada em Problemas, visa promover o engajamento dos alunos por meio da resolução de situações-problema contextualizadas.

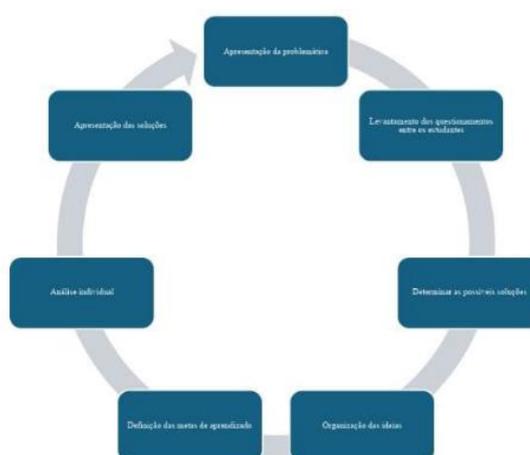
**Quadro 2:** Atividades

1) Atividade tangível	2) Atividades ponderáveis:	3) Discussões e momentos de fechamento
A utilização do quiz interativo para revisão dos conceitos das Três Leis de Kepler, permite que os estudantes testem em grupo seu conhecimento de forma dinâmica e participativa.	A resolução de problemáticas em grupo através do método ABP, com foco na aplicação prática dos conceitos das leis de Kepler em situações do cotidiano ou em contextos específicos.	Essa etapa final é o fechamento da aula por meio de discussão e apresentação das soluções.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

O desenvolvimento de cada encontro foi planejado seguindo as três etapas acima. Como suporte à nossa sequência de ensino, utilizaremos a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). É um método educacional que coloca os estudantes no centro do processo de aprendizagem, incentivando-os a explorar e resolver problemas do mundo real. Em vez de receberem informações de forma passiva, os alunos são encorajados a investigar, colaborar e aplicar conhecimentos em situações práticas, o que promove o pensamento crítico e a autonomia. Dessa forma, segue o ciclo da ABP conforme a imagem:

**Imagem 1:** Ciclo da ABP



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

Na sequência de ensino, o primeiro encontro, foi utilizado um quiz em sala de aula acerca das três leis de Kepler. Após os estudantes responderem às questões do quiz, são aplicadas três problematizações sobre as três leis de Kepler. No segundo encontro, são aplicadas mais três problematizações e finaliza-se com uma discussão e apresentação das respostas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, será exposto o relato de experiência da implementação da proposta de ensino ocorrida durante os dias 27 e 31 de março de 2023, na Universidade Estadual da Paraíba no Campus VIII, com estudantes do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio das Escolas Cidadã Integral e Técnica Benjamim Maranhão e Escola Estadual do Ensino Fundamental e Médio Targino Pereira, localizadas em Araruna, com 24 participantes ao total, ao longo de 2 encontros com 2 horas de duração cada. Durante os encontros, os estudantes foram divididos em 3 grupos.

No segundo encontro, a aula é dividida novamente em momentos: o primeiro momento é reservado para os estudantes solucionarem as três últimas problematizações. Logo após, para finalizar, é realizada uma discussão e apresentação das respostas com os estudantes. Conseqüentemente, relatamos cada um dos encontros em que a metodologia ABP foi aplicada, bem como uma breve apresentação dos resultados coletados.

**Quadro 3:** 1º encontro

1º ENCONTRO	
TEMA	As três leis de Kepler
DURAÇÃO	2 aulas com duração de 1 hora cada uma.
OBJETIVO	Trabalhar a aplicação das três leis de Kepler através da metodologia a Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

### 1º momento - Introdução acerca da metodologia ABP (30 minutos)

No primeiro momento, foi realizado um sorteio utilizando a numeração da lista de participantes como base e distribuídas as funções dos componentes do grupo entre coordenador(a) e secretário(a). Em seguida, os estudantes foram orientados acerca de como ocorreria a pesquisa através da metodologia ABP. Por fim, foi encaminhado para os estudantes, através do WhatsApp, o link para acessarem o quiz<sup>1</sup> para responderem em grupo cinco questões sobre as três leis de Kepler, a fim de verificarmos a compreensão dos alunos acerca da temática. O quiz tem o objetivo de verificar e auxiliar o entendimento dos participantes sobre o conteúdo estudado.

<sup>1</sup>Cf. Quiz. Disponível em: <https://pt.quizur.com/trivia/preparacao-para-a-oba-SS9o>. Acesso em: 13 dez. 2024.

## 2º momento – Aplicação dos problemas sobre as três leis de Kepler (90 minutos)

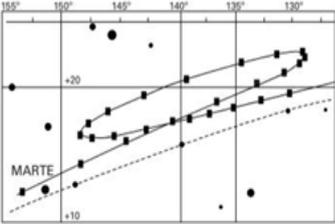
Foram aplicadas as três primeiras problematizações sobre as três leis de Kepler. Os alunos, durante a resolução das problematizações, não possuíam acesso ao material ou qualquer tipo de pesquisa.

A primeira parte da aplicação possuía 10 estudantes presentes. Os grupos foram denominados: 1, 2 e 3. O grupo 1 e 2 estavam compostos por três integrantes, enquanto o grupo 3 estava com quatro integrantes.

O primeiro problema consiste no movimento retrógrado de Marte, como veremos a seguir:

### Imagem 2: Problemática sobre o movimento retrógrado de Marte

**Problema 1)** Marte é o quarto planeta mais próximo do Sol e o segundo menor planeta do Sistema Solar, maior apenas que Mercúrio. Possui cor vermelha devido à presença de óxido de ferro em sua superfície. Pode ser visto a olho nu da Terra, ou seja, sem auxílio de telescópios. Identifiquemos um determinado planeta no céu por seu movimento próprio, relativo às estrelas fixas, brilho estável e presença nas constelações da linha da eclíptica (as constelações do zodíaco). Suponha que você está observando a posição do planeta Marte em intervalos de 10 dias e verificou que sua posição em relação às estrelas possui modificações constantemente. Explique a causa de a forma dessa trajetória ocorrer como mostrado na imagem.



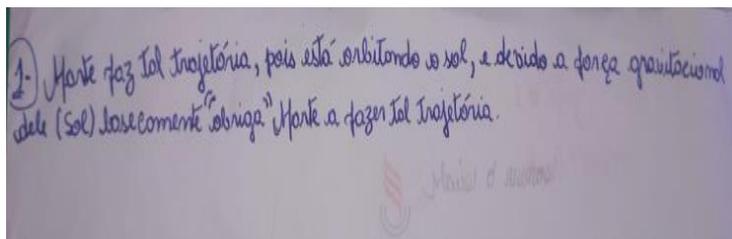
Projecto Física.  
Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980 (adaptado).

**Figura 1:** Trajetória de Marte

Fonte: Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980 (adaptado)

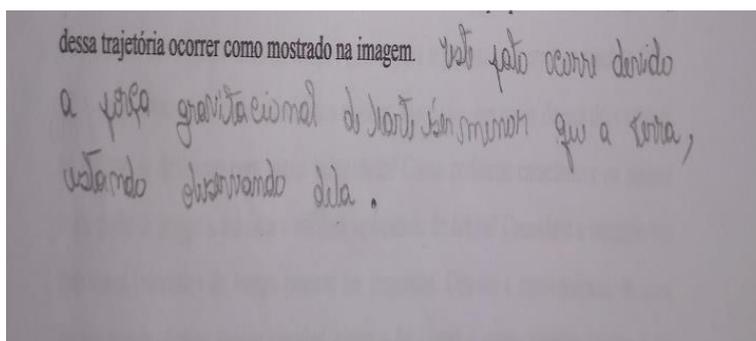
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

No grupo 1, notou-se uma dinâmica ativa e colaborativa entre os estudantes, todos da mesma instituição de ensino, o que favoreceu a socialização e o engajamento nas atividades. O coordenador, responsável pela liderança do grupo, enfrentou dificuldades inicialmente na implementação das funções designadas, enquanto, a secretária conseguiu desempenhar eficazmente suas responsabilidades ao longo do desenvolvimento das problematizações, contribuindo para a fluidez do trabalho em equipe.

**Imagem 3:** Resolução do grupo 1

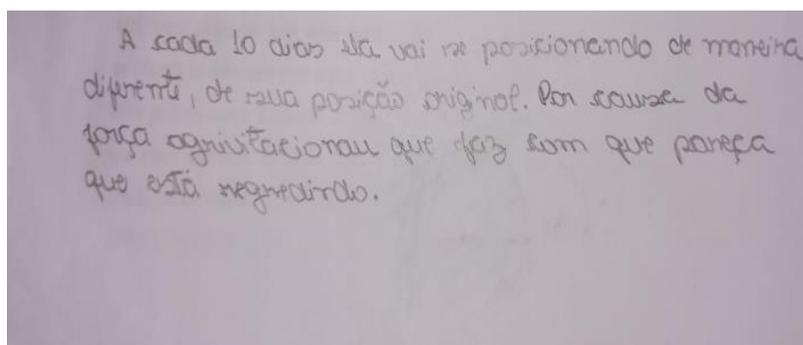
**Fonte:** Elaborada pelo autor, 2024.

Em relação ao grupo 2, os membros demonstraram uma boa interação coletiva durante a discussão da problemática. No entanto, enfrentaram dificuldades em responder ao primeiro problema, uma vez que não haviam estudado o conteúdo previamente, conforme mencionado os alunos. Para que pudessem avançar, foi necessário que o tutor intervisse e oferecesse suporte ao grupo, orientando-os na compreensão das questões abordadas.

**Imagem 4:** Resolução do grupo 2

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

O grupo 3, os estudantes possuíam um bom diálogo entre os integrantes, porém, apresentou dificuldade na compreensão do primeiro problema, sendo necessário que o tutor auxiliasse para que conseguissem chegar a uma resposta.

**Imagem 5:** Resolução do grupo 3

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

Os três grupos chegaram a respostas semelhantes, afirmando que a força gravitacional contribuía na trajetória da órbita dos planetas, o que causava o movimento retrógrado de Marte.

Contudo, esperava-se que os alunos enfatizassem que ao observar Marte ao longo de várias semanas, percebe-se que ele parece seguir um movimento regular de leste a oeste em relação às estrelas de fundo. No entanto, em certos momentos, ele parece inverter temporariamente sua direção, movendo-se de oeste para leste, antes de retornar ao seu movimento normal. Isso acontece quando a Terra, que se move mais rapidamente em sua órbita, ultrapassa Marte. Durante essa ultrapassagem, o ponto de vista da Terra faz com que Marte pareça mover-se para trás no céu, mesmo que continue em sua trajetória ao redor do Sol.

Além disso, a elipse descrita pela trajetória, como representada na figura, reflete não apenas o movimento aparente de Marte, mas também sua posição em relação à eclíptica e às constelações do zodíaco. O alinhamento da órbita dos planetas faz com que essa projeção apresente essas variações angulares aparentes, que resultam da observação de uma perspectiva da Terra em movimento. Esse movimento retrógrado é um exemplo de como a combinação dos movimentos relativos da Terra e de Marte em torno do Sol produz efeitos visuais que podem parecer contradizer o movimento simples dos planetas em torno do Sol, mas que se explicam por suas diferentes velocidades e posições orbitais.

Após os grupos concluírem o primeiro problema, dava sequência a segunda problemática e assim por diante, é válido ressaltar que os grupos terminavam em tempos diferentes.

Abaixo, a segunda problemática trata-se acerca da lei das áreas:

#### Imagem 6: Problemática sobre lei das áreas

**Problema 2)** A Lei das Áreas, segunda lei de Kepler, pode ser aplicada não apenas para as órbitas dos planetas ao redor do Sol, mas também para qualquer outro corpo que esteja orbitando um objeto do Sistema Solar. Imagine que você está observando um determinado planeta, em órbita elíptica, com o Sol ocupando um de seus focos, como ilustrado na figura abaixo. As regiões limitadas pelos contornos OPS e MNS têm áreas iguais a uma mesma quantidade  $A$ .

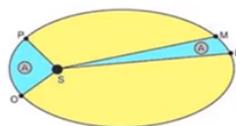


Figura 2: Lei das Áreas

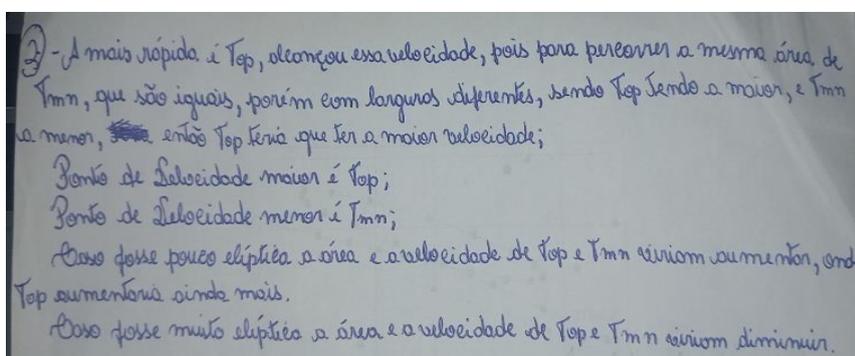
Fonte: Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

Se  $t_p$  e  $t_a$  são os intervalos de tempos gastos para o planeta percorrer os trechos OP e MN, respectivamente, com velocidades médias,  $v_{op}$  e  $v_{mn}$ , em quais desses dois setores os objetos se deslocam com maior velocidade? Como podemos caracterizar os pontos onde pode-se atingir a máxima e mínima velocidade de órbita? Considere a situação em que esses intervalos de tempo possam ser pequenos. Discuta a consequência de uma órbita pouco elíptica (quase circular, como a da Terra) e muito elíptica (como a de Plutão), em relação ao Sol.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

No grupo 1, os estudantes responderam corretamente à primeira pergunta acerca da análise entre os setores em que os objetos se deslocavam com maior velocidade, apesar de terem feito uma análise incoerente e não detectarem que o Sol influencia no processo. Na segunda pergunta, identificaram os pontos com maior e menor velocidade, mas não souberam caracterizar entre periélio e afélio, conforme solicitado. A última pergunta, os estudantes apresentaram uma falta de entendimento na compreensão da pergunta. Era necessário que desconsiderassem a imagem colocada e analisassem pensando na órbita de Plutão e a da Terra, o que ocorria em cada uma delas.

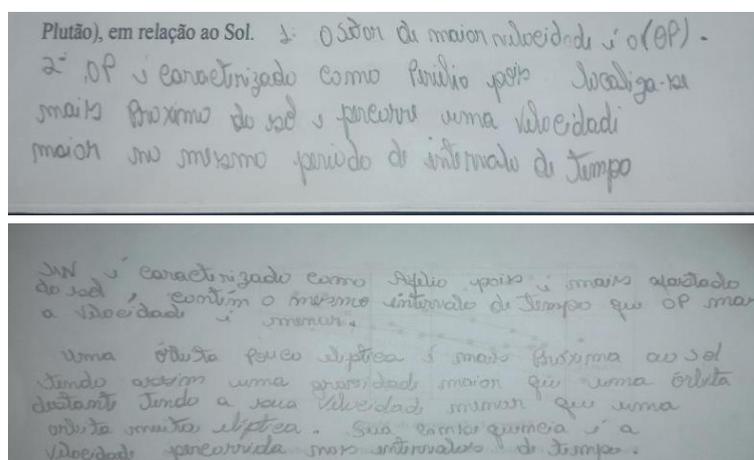
**Imagem 7:** Resolução do grupo 1



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Enquanto isso, o grupo 2 apresentou dificuldades especialmente em relação aos conceitos de periélio e afélio, os quais não conseguiram recordar. Isso levou à necessidade de intervenção do tutor. Contudo, após receber essa orientação em sala de aula, os estudantes foram capazes de responder.

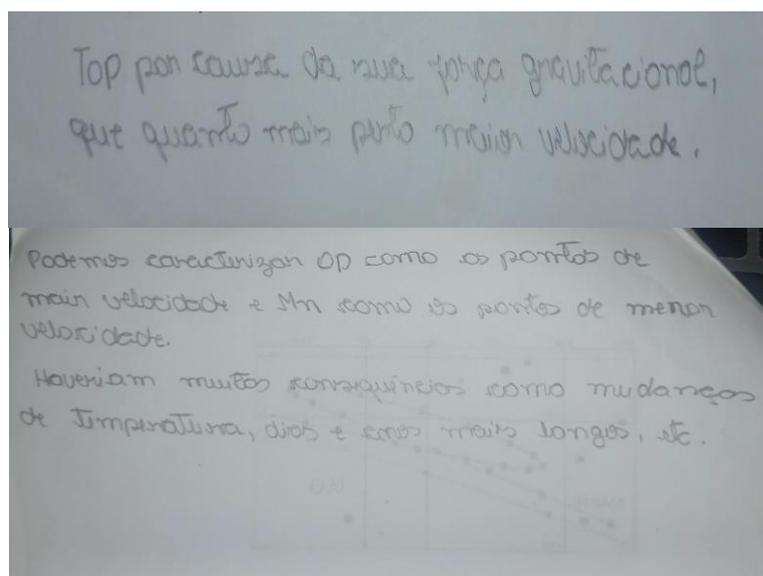
**Imagem 8:** Resolução do grupo 2



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

No grupo 3, entre as perguntas os estudantes não conseguiram caracterizar adequadamente o significado de periélio e afélio em relação aos pontos apresentados na questão. Contudo, mencionaram os pontos de maior e menor velocidade das órbitas. Essa abordagem demonstrou uma compreensão parcial dos conceitos, embora não tenham conseguido conectar esses termos específicos às suas definições.

**Imagem 9:** Resolução do grupo 3



**Fonte:** Elaborada pelo autor, 2024.

Essas foram as respostas que os alunos apresentaram. Em contra partida esperava que os estudantes enfatizassem que em OPS, o planeta está mais próximo do Sol, então sua velocidade será maior, enquanto em MNS, onde o planeta está mais distante, sua velocidade será menor. Portanto, a maior velocidade ocorre quando o planeta está próximo ao periélio, o ponto mais próximo do Sol, enquanto a menor velocidade ocorre próximo ao afélio, o ponto mais distante. Para caracterizar a variação das velocidades ao longo da órbita, podemos dizer que quanto mais próximo o planeta está do Sol, maior é sua velocidade orbital. Quando a órbita é quase circular, como a da Terra, a variação de velocidade é pequena, já que a distância do Sol permanece praticamente constante. Em uma órbita altamente elíptica, como a de Plutão, essa variação é muito mais significativa, com o planeta acelerando consideravelmente ao se aproximar do Sol e desacelerando bastante ao se afastar. Essa dinâmica é uma consequência direta das leis da gravitação de Newton, em que a força gravitacional e a energia potencial gravitacional variam conforme a distância do planeta em relação ao Sol, influenciando a velocidade orbital.

A terceira problemática refere-se a lei dos períodos, veja:

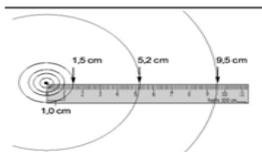
### Imagem 10: Problemática sobre a terceira lei de Kepler

**Problema 3)** As três Leis de Kepler (1571–1630) descrevem os movimentos dos planetas, luas, cometas, satélites artificiais etc. Em sua formulação original, para os planetas, afirmam que:

1ª Lei (Lei das órbitas): A órbita de cada planeta é uma elipse, estando o Sol num dos focos.

2ª Lei (Lei das áreas): Uma linha reta entre o Sol e o planeta “varre” áreas iguais em iguais intervalos de tempos.

3ª Lei (Lei dos períodos): O quadrado do Período orbital (P) dividido pelo cubo da distância (D) média do planeta ao Sol é uma constante (k), ou seja,  $P^2/D^3 = k$ .



A figura acima traz o esquema em escala das órbitas dos seis primeiros planetas do Sistema Solar, em ordem: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno; onde 1,0 cm = 1,0 UA (UA é a sigla para Unidade Astronômica, a distância média da Terra ao Sol, sendo o Sol representado por um marcador em preto, fora de escala, no centro da figura). Note que a constante k é aproximadamente a mesma para todos os astros que orbitam o Sol e depende das unidades usadas para se expressar P e D. Por exemplo, no caso da Terra, se usarmos o período, P, em unidades de Anos Terrestres (A.), e a distância média (D) ao Sol, em unidade astronômica, 1,0 UA, encontramos:

$$k = \frac{(1A)^2}{(1UA)^3} = 1 \frac{(A)^2}{UA^3}$$

Considerando essas informações seria possível prever o período de órbita (P) de um planeta (em A.), situado a uma distância de 19,23 cm? Qual seria esse planeta?

Em 23 de Setembro de 1846 descobrimos Netuno, a posição do planeta estava prevista e estava associada a uma variação no valor da constante k de Urano. Como essa variação permitiu a identificação de Netuno?

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

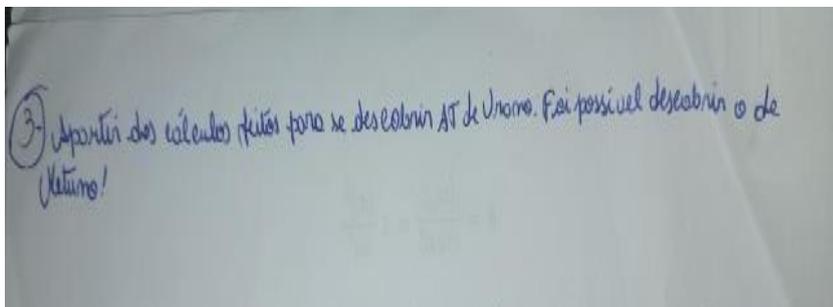
Esse problema possui duas perguntas. O grupo 1 conseguiu desenvolver o cálculo, porém, não conseguiram identificar qual seria o planeta correspondente com o valor encontrado. Para isso, era necessário que os estudantes soubessem previamente a distância média de cada planeta para determinar qual seria diante do valor encontrado que estava descrito no material para estudo prévio.

### Imagem 11: Resolução do grupo 1

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

A segunda pergunta foi respondida pelos estudantes de forma direta, sem muitos detalhes contextualizados sobre a identificação do planeta Netuno.

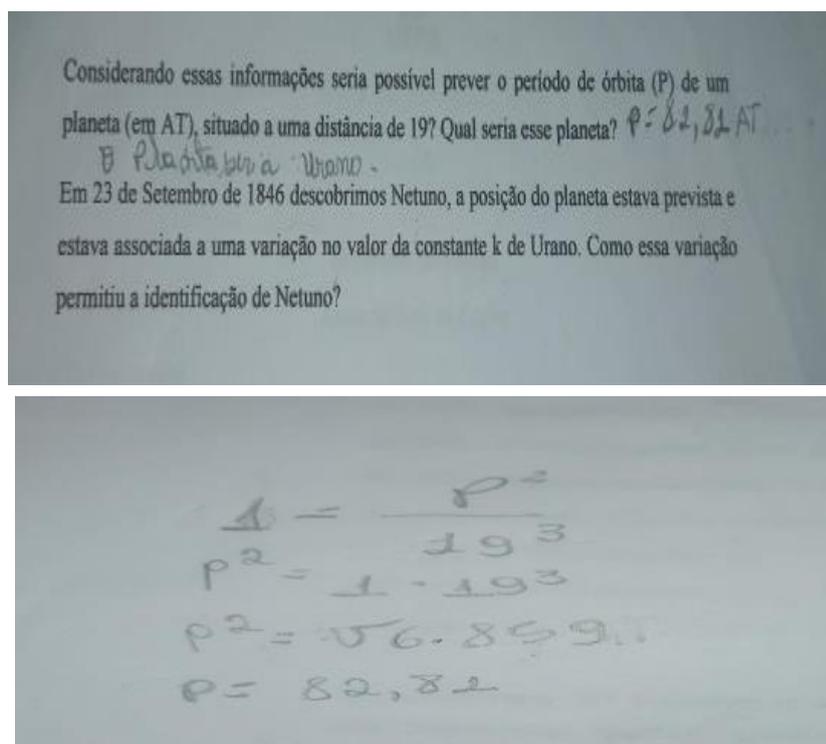
**Imagem 12:** Resolução do grupo 1



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

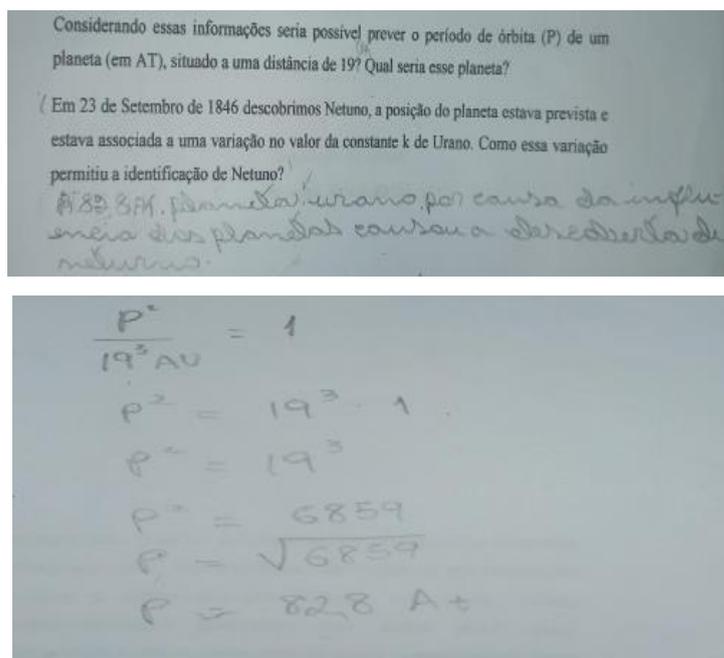
No grupo 2 os estudantes conseguiram responder apenas a primeira pergunta. Desenvolveram o cálculo e encontraram o período correspondente ao planeta Urano.

**Imagem 13:** Resolução do grupo 2



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

No grupo 3, os estudantes encontraram o valor do período correspondente ao planeta Urano. Contudo, na segunda pergunta, os estudantes não detalharam claramente o motivo da identificação de Netuno.

**Imagem 14:** Resolução do grupo 3

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

Nesta problemática os alunos poderiam ter explicado que a descoberta de Netuno foi resultado de observações de irregularidades na órbita de Urano. Os matemáticos, ao perceberem essas anomalias, deduziram a presença de um planeta desconhecido que estaria exercendo influência gravitacional sobre Urano em que após cálculos e observações precisas, conseguiram localizar Netuno. Esse raciocínio poderia ter sido desenvolvido com base no material de estudo previamente disponibilizado que continha as informações.

É importante enfatizar que, nesse problema, todos os grupos tiveram dificuldade em identificar qual era o planeta. Essa dificuldade surgiu devido ao fato de não terem estudado o material previamente disponibilizado que continha as informações necessárias para responderem à pergunta. Com isso, foi necessário que o tutor interviesse em todos os grupos para que soubessem qual seria o planeta correspondente.

**Quadro 4:** 2º encontro

2º ENCONTRO	
TEMA	As três leis de Kepler
DURAÇÃO	2 aulas com duração de 1 hora cada uma.
OBJETIVO	Solucionar problemas da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica.

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

### 1º momento - Apresentação dos problemas das leis de Kepler cobrados na OBA (10 minutos)

No primeiro momento, os estudantes formaram novos grupos, e alguns alunos que estavam presentes na segunda-feira não participaram na sexta-feira. Dessa forma, foram constituídos três novos grupos, denominados de 1, 2 e 3. O grupo 1 possuía quatro estudantes, enquanto os grupos 2 e 3 possuem cinco estudantes cada. Em seguida, dois estudantes de cada grupo foram escolhidos para exercerem as funções de coordenador(a) e secretário(a). No segundo dia, estavam presentes 14 estudantes.

**Imagem 15:** Estudantes resolvendo as problemáticas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

### 2º momento - Apresentação dos problemas das leis de Kepler cobrados na OBA (90 minutos)

No segundo momento, foram aplicadas três problematizações baseadas na prova da OBA sobre as leis de Kepler. No entanto, foram feitas alterações nas questões da prova para que não ficassem idênticas. As problematizações apresentadas abaixo, a cada problemática o nível de dificuldade aumentava exigindo mais do aluno.

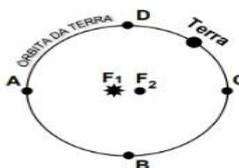
#### **Imagem 16:** Problemática

**Problema 1)** As três Leis de Kepler (1571–1630) descrevem os movimentos dos planetas, luas, cometas, satélites artificiais, etc. Em sua formulação original, para planetas, são declaradas como:

**1ª Lei:** “A órbita de cada planeta é uma elipse, estando o Sol em um dos focos.”

**2ª Lei:** “Uma linha reta entre o Sol e o planeta “varre” áreas iguais em iguais intervalos de tempos.” Logo, a velocidade do planeta é variável, sendo máxima perto do Sol, no periélio, e mínima longe do Sol, no afélio.

**3ª Lei:** “O quadrado do Período (P) dividido pelo cubo da distância (D) média do planeta ao Sol é uma constante (k)”. Ou seja,  $P^2 / D^3 = k$ .



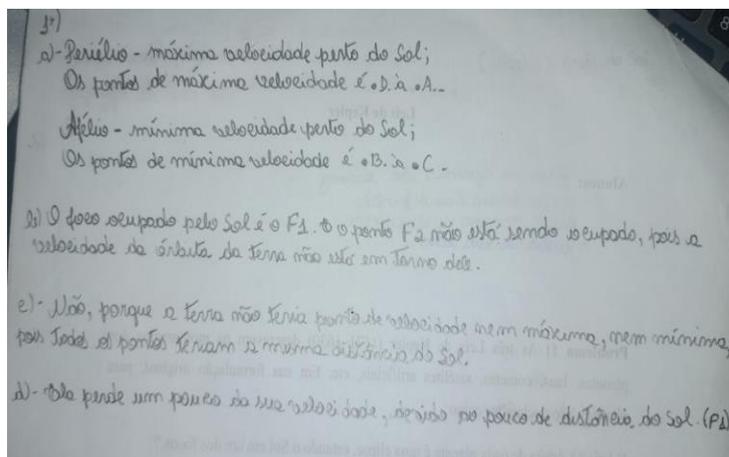
A figura mostra a órbita da Terra quase circular.  $F_1$  e  $F_2$  são os focos da elipse e estão exageradamente separados. Suponha que o Sol está em  $F_1$ . A Terra se move na sequência A, B, C, D. Explique detalhadamente cada alternativa abaixo.

- Identifique na imagem em quais pontos a velocidade da Terra será mínima e em qual ponto será máxima e por que isso acontece?
- Observe qual dos focos o Sol está ocupando. O ponto  $F_2$  é ocupado no sistema?
- É necessário que o centro geométrico da elipse seja ocupado?
- Analise o que acontece quando a Terra se aproxima dos pontos A e B?

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

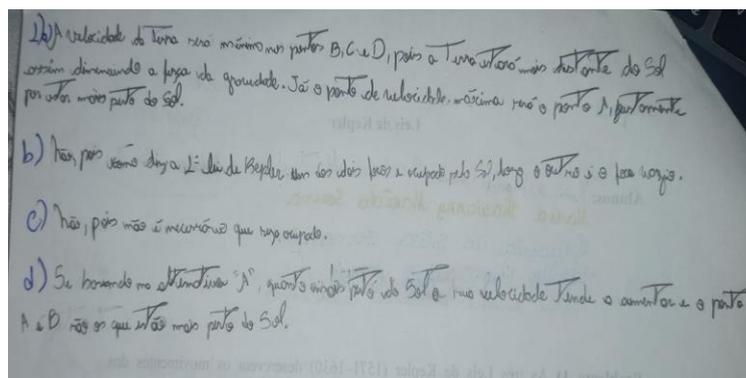
O grupo 1 possuía uma boa relação na interação entre os componentes. Eles responderam parcialmente às três primeiras perguntas. No entanto, na segunda parte da primeira pergunta, não foi apresentado o motivo pelo qual ocorria alguns pontos terem velocidade máxima e mínima. Na última pergunta, os estudantes fizeram uma interpretação errada do que era pedido na pergunta. Poderiam ter enfatizado que a Terra, quando se aproxima dos pontos A e B, está mais próxima do Sol, aumentando sua velocidade orbital devido à atração gravitacional.

**Imagem 17:** Resolução do grupo 1



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

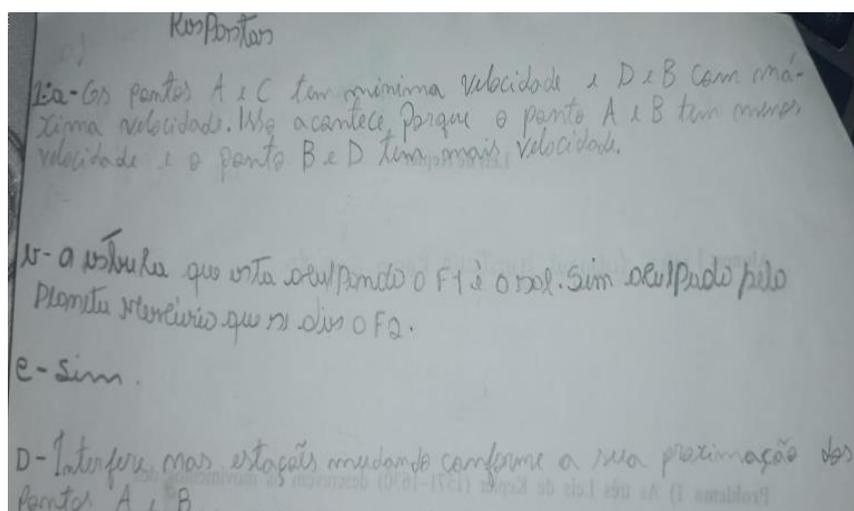
O grupo 2 na primeira pergunta fez uma interpretação incoerente diante do que tinha sido proposto, os alunos fizeram uma associação por pontos individualmente, em vez de analisarem a trajetória da Terra entre os pontos CD e AB. As últimas três perguntas foram respondidas corretamente.

**Imagem 18:** Resolução do grupo 2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

O grupo 3 na primeira pergunta fez uma interpretação errada, não conseguiram identificar os pontos que possuíam maior e menor velocidade. Na segunda pergunta os estudantes tiveram uma interpretação que não correspondia com o desejado. Contudo, olhando por outro ponto de vista diante da resposta apresentada, não está errado, pois o primeiro planeta depois do Sol é Mercúrio. No entanto, o ponto  $F_2$  não está ocupado.

A terceira pergunta foi respondida incorretamente, pois não é necessário que o centro seja ocupado por algum outro corpo celeste. E a última pergunta os estudantes responderam apresentando uma consequência do ponto AB possuir uma aceleração maior na Terra, no entanto, conforme foi respondido, a interferência das estações do ano não está ligada diretamente a velocidade, mas sim a inclinação de seu eixo e a posição na órbita.

**Imagem 19:** Resolução do grupo 3

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Para a resolução desse problema esperava-se que os alunos soubessem sobre a Primeira

Lei (Lei das Órbitas): A órbita de cada planeta é uma elipse, com o Sol ocupando um dos focos dessa elipse. Na figura, o Sol está no foco  $F1$ , indicando que a Terra descreve uma trajetória elíptica ao redor dele. O ponto  $F2$  não é ocupado, uma vez que as elipses têm dois focos, mas somente um deles contém um corpo gravitacional relevante, que neste caso é o Sol.

Segunda Lei (Lei das Áreas): A segunda lei afirma que uma linha reta entre o Sol e o planeta varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais. Assim, quando a Terra está mais próxima do Sol (periélio), ela se move mais rapidamente, e quando está mais distante (afélio), sua velocidade diminui. A maior velocidade da Terra ocorre no ponto A, o mais próximo de  $F1$ , enquanto a menor velocidade ocorre no ponto C, que está mais distante do Sol.

Terceira Lei (Lei dos Períodos) A terceira lei de Kepler afirma que o quadrado do período orbital de um planeta é proporcional ao cubo da sua distância média ao Sol. Isso explica por que planetas mais distantes do Sol, como Saturno ou Júpiter, têm períodos orbitais muito maiores que a Terra. Agora, analisando as questões:

- a) A velocidade da Terra será máxima no ponto A, pois está mais próxima do Sol (no periélio). Já no ponto C, sua velocidade será mínima, uma vez que está no afélio, mais distante do Sol. Isso ocorre devido à força gravitacional, que é mais intensa quando o planeta está mais próximo do Sol, aumentando sua aceleração e velocidade.
- b) O Sol está ocupando o foco  $F1$ . O foco  $F2$  não é ocupado por nenhum corpo físico, ele é simplesmente um dos dois focos da elipse.
- c) Não é necessário que o centro geométrico da elipse seja ocupado por qualquer corpo. O centro da elipse, neste caso, está em um ponto no espaço, sem relação direta com os corpos celestes em movimento.
- d) Quando a Terra se aproxima dos pontos A e B, ela experimenta uma variação de velocidade devido à mudança de distância ao Sol. No ponto A, como já mencionado, a Terra atinge sua maior velocidade, enquanto, ao se afastar do Sol em direção ao ponto B, a velocidade diminui progressivamente, até atingir a velocidade mínima no ponto C.

A próxima problemática é mais objetiva, trata-se mais de uma análise teórica a ser respondida entre alternativas verdadeiras e falsas a partir de cada análise teórica entre as afirmações conforme veremos a seguir na imagem:

### Imagem 20: Problemática objetiva

**Problema 2)** A Primeira das Três Leis de Kepler, também chamada de Lei das Órbitas, descreve os movimentos dos planetas, luas, cometas, satélites artificiais, dentre outros objetos, em torno dos astros nos quais orbitam. Indique **F**, de falso, ou **V**, de verdadeiro, a frente de cada afirmação abaixo e, logo em seguida, construa uma figura exemplificando uma órbita elíptica demarcando os seguintes elementos: **eixo menor**, **eixo maior**, **foco vazio**, **foco ocupado**, **afélio** e **periélio**, quando a afirmação for verdadeira.

1ª) ( ) A Primeira Lei de Kepler para os satélites naturais de um planeta afirma que: “A órbita de cada satélite natural de um planeta é uma elipse, estando o planeta em um dos focos.”

2ª) ( ) A Primeira Lei de Kepler para os planetas do Sistema Solar afirma que: “A órbita de cada planeta é uma elipse, estando o Sol em um dos focos.”

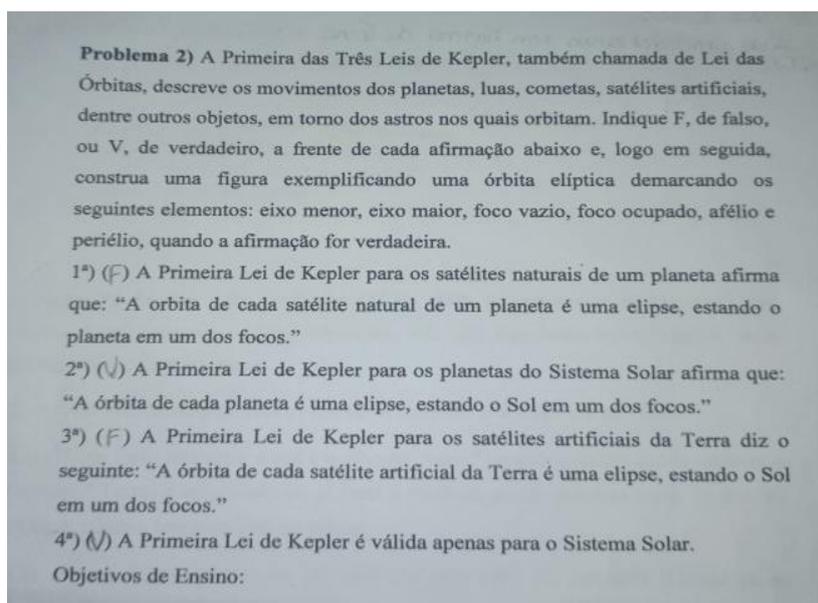
3ª) ( ) A Primeira Lei de Kepler para os satélites artificiais da Terra diz o seguinte: “A órbita de cada satélite artificial da Terra é uma elipse, estando o Sol em um dos focos.”

4ª) ( ) A Primeira Lei de Kepler é válida apenas para o Sistema Solar.

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

Esse problema foi mais objetivo diante dos demais. O grupo 1 errou duas questões correspondente à primeira e última alternativa e acertou duas questões, a segunda e terceira alternativa.

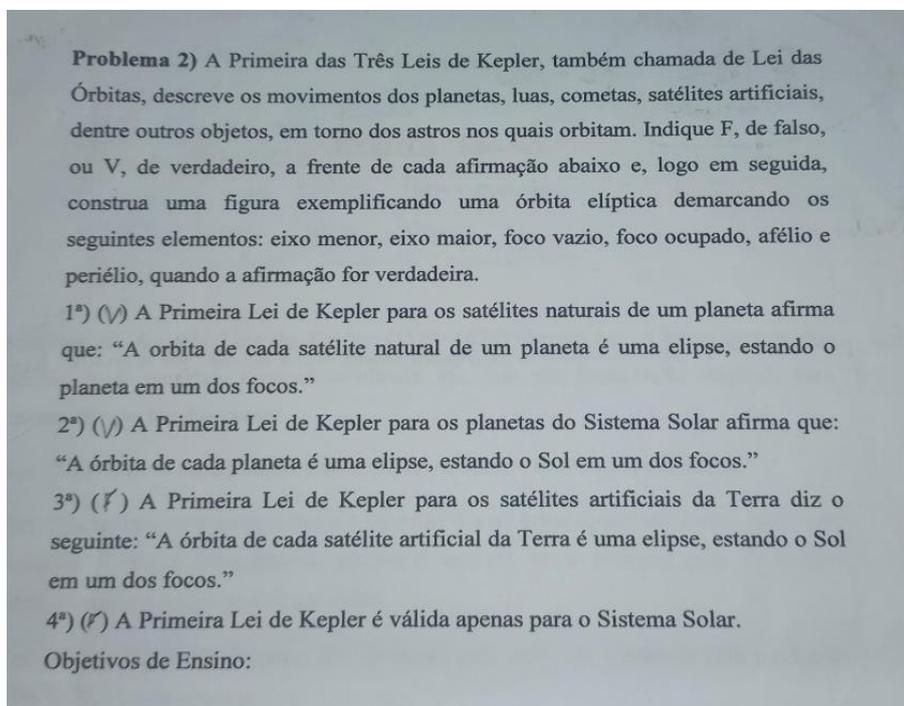
### Imagem 21: Resolução do grupo 1



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

O grupo 2 se saíram muito bem, acertaram todas as alternativas apresentadas no problema.

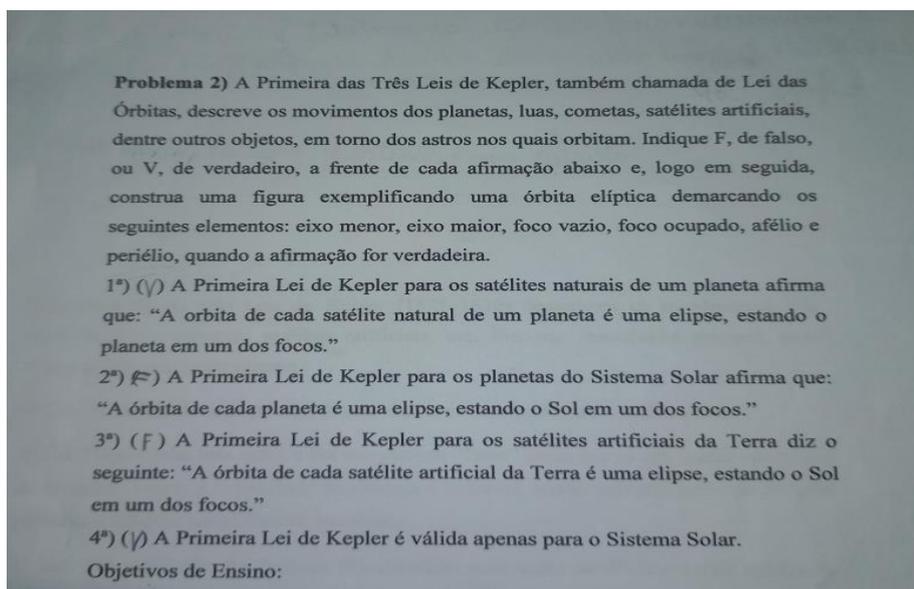
**Imagem 22:** Resolução do grupo 2



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024

O grupo 3 possui uma situação semelhante ao grupo 1, erraram duas alternativas correspondente à segunda e quarta afirmação e acertaram a primeira e terceira alternativa.

**Imagem 23:** Resolução do grupo 3



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

Para a análise dessas considerações os alunos devem ter conhecimento do assunto para cada consideração a ser verificada. A Primeira Lei de Kepler, que descreve órbitas elípticas com um corpo central em um dos focos, aplica-se também aos satélites naturais de planetas. Portanto, a Lua, por exemplo, descreve uma órbita elíptica ao redor da Terra, com a Terra ocupando um dos focos da elipse. O que corresponde a alternativa ser verdadeira.



A segunda alternativa menciona que a Primeira Lei foi originalmente formulada para descrever as órbitas dos planetas ao redor do Sol, confirmando que as órbitas planetárias são elípticas, com o Sol em um dos focos. A alternativa está correta conforme a análise.



A terceira alternativa é falsa. Para os satélites artificiais em órbita da Terra, o foco relevante é a própria Terra, e não o Sol. Portanto, a Terra ocuparia um dos focos da elipse, e não o Sol.

Por fim, a última alternativa é falsa. A Primeira Lei de Kepler se aplica a qualquer sistema de dois corpos gravitacionais, não se restringindo ao Sistema Solar. Ela também descreve o movimento de planetas em sistemas estelares distantes, luas ao redor de planetas e até mesmo estrelas ao redor de buracos negros.

A última problemática refere-se à terceira lei de Kepler, conforme abaixo:

**Imagem 24:** Problemática acerca da terceira lei de Kepler

**Problema 3)** Os satélites artificiais tiveram início no século XX com o lançamento do Sputnik I em 1957. São denominados artificiais, criação humana, para distinguir dos satélites naturais, como a Lua, por exemplo, e têm o objetivo de explorar diferentes aspectos locais ou mesmo de todo o Universo; possuem classificações em diferentes funções, como: comunicação, meteorologia, navegação, observação de objetos celestes, dentre outros aspectos existentes. Considere-se um diretor de uma missão espacial, similar àquelas de agências como a NASA, AEB, SPACE-X, que irá lançar um satélite artificial estacionário com massa de 100 kg, através de um foguete, para ocupar uma órbita a fim de propagar um sinal de internet gratuita 5G para toda a cidade de Araruna, no estado da Paraíba. Considere que esse satélite artificial se encontra em uma órbita circular, de raio  $r$ , em torno da Terra. Seu período orbital vale  $P$ . Mostre o que aconteceria com o raio da órbita se o satélite tivesse o dobro da sua massa e mantivesse o mesmo período orbital. Caso a região de permanência do satélite tenha concorrência com outros objetos em órbita, seria possível alterar a altura da órbita, por segurança, e ainda assim manter o satélite estacionário?

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

O grupo 1 não conseguia responder a primeira pergunta, como os dois grupos também não responderam. Diante da primeira pergunta, se o satélite tivesse o dobro da massa e mantivesse o mesmo período orbital, o raio da órbita permaneceria inalterado, pois, se o período não mudou, o raio também não mudará. Contudo, apresentaram uma resposta correta mediante a segunda pergunta, acerca de uma consequência em que se o satélite se afastasse muito acabaria escapando da órbita.

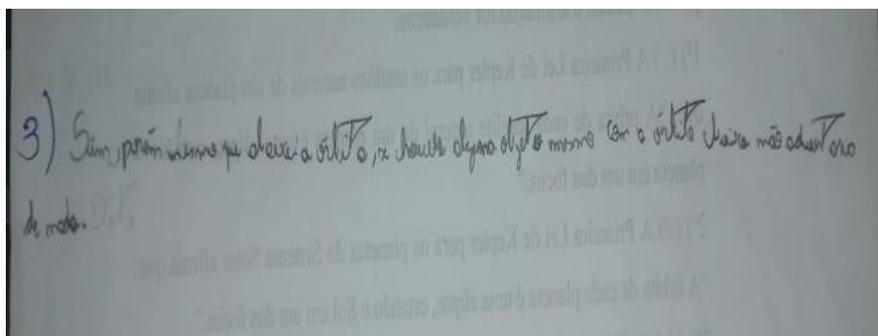
**Imagem 25:** Resolução do grupo 1

3ª Com isso se o satélite artificial se afastasse muito da Terra, ele escaparia de sua órbita.  
 O raio permaneceria em torno da Terra e seria mantido o mesmo período orbital.

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

O grupo 2 apresentou uma resposta onde não foi possível entender o que o estudante tentou explicar. Apresentou uma resposta como se não quisesse deixar em branco, apesar de ter tentado responder não houve êxito.

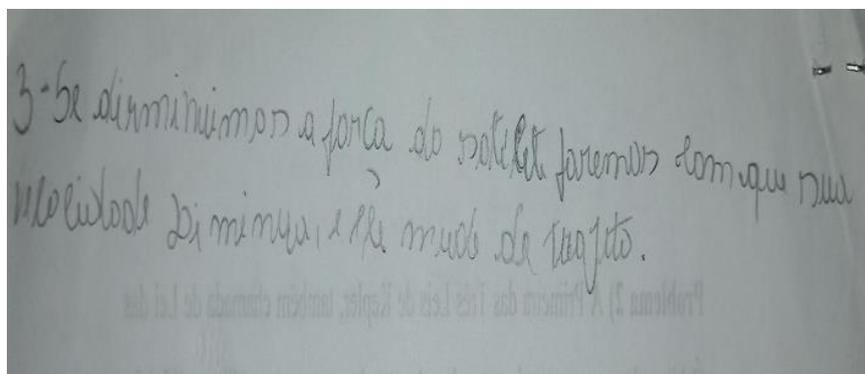
**Imagem 26:** Resolução do grupo 2



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

O grupo 3 fez uma análise considerando uma diminuição na órbita do satélite. Não respondeu coerentemente com a pergunta que foi proposta. Contudo, diminuir a força gravitacional entre a terra e o satélite não vai diminuir a velocidade.

**Imagem 27:** Resolução do grupo 3



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

Esperava-se que os estudantes, considerassem a relação entre o período orbital  $P$ , o raio  $r$  da órbita e a massa  $M$  da Terra. A Terceira Lei de Kepler é aplicável a órbitas circulares e elípticas e afirma que o quadrado do período  $P$  é proporcional ao cubo do raio  $r$ , e essa relação independe da massa do satélite.

O período  $P$  depende do raio  $r$  da órbita e da massa do corpo central (no caso, a Terra), mas não depende da massa do satélite. Portanto, duplicar a massa do satélite não altera o raio da órbita nem o período orbital, já que a massa do satélite não entra diretamente na equação de Kepler para o período. Para manter o satélite estacionário (geossíncrono ou geoestacionário), o

período orbital do satélite deve ser igual ao período de rotação da Terra, ou seja, aproximadamente 24 horas.

Essa condição define uma órbita específica chamada órbita geossíncrona, que ocorre a uma altura fixa de cerca de 35786 km acima da superfície da Terra. Se alterarmos a altura da órbita, o raio  $r$  da órbita também mudará, o que, de acordo com a Terceira Lei de Kepler, alteraria o período orbital.

Se o satélite for colocado em uma altura diferente da órbita geossíncrona, ele não permanecerá estacionário em relação a um ponto fixo na Terra, pois o período orbital mudará. Portanto, não é possível alterar a altura da órbita e ainda manter o satélite estacionário, pois a altura da órbita e o período orbital estão diretamente ligados. Para garantir que o satélite permaneça sobre um ponto fixo da Terra, a órbita deve permanecer a uma altura específica, que garante o período de 24 horas.

### **3º momento - Apresentação e discussão das respostas (20 minutos)**

O terceiro e último momento da atividade foi dedicado à apresentação das respostas pelos estudantes e à discussão geral das três leis de Kepler. Essa etapa permitiu uma consolidação sobre as seis problematizações trabalhadas ao longo de dois dias.

A interação entre os grupos proporcionou um ambiente de troca de ideias, favorecendo a construção coletiva do conhecimento. Cada grupo teve a oportunidade de expor suas resoluções nos dois dias de aplicação das problemáticas. Essa apresentação permitiu que os alunos compartilhassem suas abordagens e estratégias para solucionar as problematizações propostas.

Desse modo, participaram da discussão 14 alunos em sala de aula, 6 problematizações sobre as leis de Kepler, aplicada em dois dias.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa em questão proporcionou uma análise sobre a aplicação da metodologia ativa, especificamente a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), no ensino das três Leis de Kepler para alunos do ensino médio.

Por meio de um delineamento cuidadosamente elaborado, foi possível verificar os resultados dessa abordagem no processo de aprendizagem, destacando a transição do papel do professor de mero transmissor de conhecimento para um facilitador do aprendizado dos alunos. Ao adotar a ABP, os estudantes foram colocados no centro do processo educacional, assumindo um papel ativo na construção do conhecimento. Através de atividades práticas, colaborativas e reflexivas, eles foram desafiados a resolver problemas do mundo real relacionados às Leis de Kepler, o que promoveu o desenvolvimento do pensamento crítico, autonomia e habilidades essenciais para a vida. Além disso, a contextualização do aprendizado apresentou diversificações em aspectos benéficos e prejudiciais entre os estudantes.

A metodologia exige que o aluno seja ativo; quando isso não ocorre, temos a demonstração da falta de compreensão, análise e dificuldades em apresentar soluções. Portanto, os resultados deste estudo reforçam que a metodologia é importante e eficaz para alguns estudantes, contudo, para outros, pode ser prejudicial, pois não atende às expectativas que o método impõe.

## REFERÊNCIAS

AMANTES A. OLIVEIRA, E.A.G. Ensino de Astronomia nos anos iniciais a partir das novas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular. **Revista Relações Sociais**. vol.04, n.04, 2021.

APARECIDA FELICETTI, Suelen; ISABEL, Isabel Cristina Miorando Luft; OHSE, Marcos Leandro. Aprendizagem de conceitos de astronomia no ensino fundamental: uma oficina didática em preparação para a OBA. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 32–49, 2017. DOI: 10.14483/23464712.10035. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/10035>. Acesso em: 14 abr. 2024.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BNCC EM). Ministério da Educação. Brasília. 2018a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file>. Acesso em 10 abr 2024.

BRANCO, Emerson Pereira; BRANCO, Alessandra Batista de Godoi; IWASSE, Lilian Fávoro Algrâncio; ZANATTA, Shalimar Calegari. BNCC: a quem interessa o ensino de competências e habilidades. *Debates em Educação*, [S. l.], v. 11, n. 25, p. 155–171, 2019. DOI: 10.28998/2175-6600.2019v11n25p155-171. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/7505>. Acesso em: 14 abr. 2024.

BRAGA, A.H; LOPES, A.F; SANTANA, T.S. Uma análise de correlação entre disciplinas do ensino fundamental e o desempenho na olimpíada brasileira de informática. VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2019). **Anais do XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2019)**. Instituto Federal Goiano.

BOROCHOVICIUS, Eli; TASSONI, ELVIRA CRISTINA. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino fundamental. **Educação em Revista**, v. 37, p. e20706, 2021.

BOROCHOVICIUS, Eli; TORTELLA, Jussara Cristina Barboza. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 22, n. 83, p. 263-293, 2014.

CANALLE, João Batista Garcia; LAVOURAS, Daniel Fonseca; ARANY-PRADO, Lilia Irmeli; ABANS, Mariângela de Oliveira. II Olimpíada Brasileira de Astronomia e participação na IV Olimpíada Internacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 239–247, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/19821>. Acesso em: 14 abr. 2024.

CONGRESSO INTERNACIONAL DO INES, 8.; SEMINÁRIO NACIONAL DO INES, 14., 2009, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Educação de Surdos, 2009. 160 p. Tema: Múltiplos atores e saberes na educação de surdos. Inclui bibliografia. Disponível em: <http://www.nomedosite.com.br>. Acesso em: 12 abr 2024.

DA ROSA, Cleci T. Werner; GHIGGI, Caroline; MOTA, Ana Rita. **METODOLOGIAS**

**ATIVAS E AUTONOMIA: UMA REVISÃO DAS PESQUISAS BRASILEIRAS EM EDUCAÇÃO.** Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online), v. 11, n. 4, p. 24-46, 2021.

DARROZ, Luiz Marcelo; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. Astronomia: uma proposta para promover a aprendizagem significativa de conceitos básicos de Astronomia na formação de professores em nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 104–130, 2013. DOI: 10.5007/2175-7941.2013v30n1p104. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n1p104>. Acesso em: 14 abr. 2024.

FERREIRA PINTO, Cíntia Maria da Silva; DA SILVA, João Paulo Gomes, & DA SILVA, Marília de Alencar Araújo. Dificuldades no ensino de Astronomia em sala de aula: um relato de caso. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, Recife, 2018.

JUNIOR, Pedro Donizete Colombo; LEITE, Antônio Carlos. Olimpíada Brasileira de Astronomia do Ensino Médio: entre textos e contextos. **Research, Society and Development**, v.9. 2020.

MORAES, L. D.; SILVA, I. F. Análise de um curso híbrido preparatório para a olimpíada brasileira de astronomia e astronáutica. **Docent Discunt**, Engenheiro Coelho (SP), v. 1, n. 2, p. 54–73, 2021. DOI: 10.19141/docentdiscunt. v1.n2.p 54-73. Disponível em: <https://revistas.unasp.edu.br/rdd/article/view/1358>. Acesso em: 14 abr. 2024.

NASCIMENTO, J. R. S. Uma proposta de ensino de Astronomia, Astrofísica, Astronáutica e Cosmologia para alunos do ensino fundamental de acordo com a BNCC. Fortaleza, 2022.

PEIXOTO, D. E.; KLEINKE, M. U. EXPECTATIVAS DE ESTUDANTES SOBRE A ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 22, p. 21–34, 2016. DOI: 10.37156/RELEA/2016.22.021. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/245>. Acesso em: 14 abr. 2024.

SILVA, J. A. da.; BELÍCIO, M. F.; MORAES, B. K.; CAETANO, M. L. S.; NOGUEIRA NETO, L. F.; RODRIGUES, M. K. M.; SANTOS, R. dos; YASUDA, M. T.; MORAIS, E. A. de; SILVA, E. E. da. Popularization of science in preparation for brazilian astronomy olympics: a performance analysis. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 10, p. e158101018608, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i10.18608. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18608>. Acesso em: 14 abr. 2024.

SOARES, P. S. **OBA-Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica e o seu incentivo ao ensino no Brasil.** Fortaleza, 2018.

**APÊNDICE****APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA-UEPB CENTRO DE CIÊNCIA,  
TECNOLOGIA E SAÚDE-CCTSLICENCIATURA EM FÍSICA**

**LERÂNIA BARBOSA DE SOUSA**

**O USO DA METODOLOGIA APRENDIZAGEM BASEADA EM  
PROBLEMAS(ABP) APLICADA ÀS LEIS DE KEPLER**

**ARARUNA-PB  
2023**

## INTRODUÇÃO

A metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também conhecido como Problem Based Learning (PBL), iniciou em 1965 na McMaster Medical School, na cidade-estado de Hamilton, Ontário, Estados Unidos, Canadá. Com o intuito de ampliar o conhecimento dos estudantes e desenvolverem aptidões médicas no trabalho coletivo, cooperativo e colaborativo. Inicia com uma situação-problema hipotética que se aproxima do que os futuros médicos encontrarão em sua vida profissional.

Os educadores da McMaster compreendiam que os cursos não eram eficazes para capacitar o aluno pois o conteúdo era a ignorado, dessa maneira, não garantia o aprendizado. Em meio a perguntas, críticas e organização, foi composta a primeira turma de alunos com 19 integrantes, iniciou a utilização da metodologia em 1969 (SAVIN-BADEN; MAJOR, 2004).

Outros países, inclusive o Brasil, passaram a utilizar a ABP, principalmente no ensino superior e não apenas em cursos relacionados à área médica. As publicações sobre a ABP no ensino superior mostram que esse método proporciona maior interação entre os alunos nos trabalhos em grupo e uma relação mais próxima entre professor e aluno, o que auxilia no ensino e na aprendizagem.

A interdisciplinaridade desempenha um papel importante no estabelecimento de uma visão sistematizada do conhecimento no processo de ensino e aprendizagem, mas sua ausência não afeta a abordagem ABP, cuja essência é o uso de situações-problema, pesquisa, trabalho em grupo e ensino moderado através do professor. Mamede (2001) também mostra que essa abordagem é idealizada em programas de aprendizagem autodirigida, onde os alunos constituem seus saberes diante de problemas que devem ser estudados de forma colaborativa, através dos discentes, os mesmos, designam seus próprios objetivos de aprendizagem apropriando-se de conhecimentos importantes.

A aprendizagem implica resultados, assumindo que há grande diversidade em cada um desses componentes, em que diferentes combinações deles proporcionam diferentes situações de aprendizagem (POZO, 2002). A ABP foi criada para ampliar o conhecimento e o desenvolvimento de habilidades dos alunos e como uma alternativa aos cursos que não eram eficazes no treinamento dos alunos. Como tal, é um movimento para encontrar formas de enfrentar as dificuldades encontradas na relação ensino-aprendizagem, mas não pode ser considerada como a solução definitiva para todos os problemas escolares, especialmente devido à sua variabilidade e complexidade.

## JUSTIFICATIVA

As Leis de Kepler referem-se as seguintes leis: As leis das Órbitas, cada planeta se move em órbita elíptica, possuindo o sol em um de seus focos. Lei das Áreas, o raio vetor ligando o sol a um determinado planeta varre áreas iguais em tempos iguais. E a Lei dos Períodos onde a razão entre o quadrado do período de revolução de um planeta e o cubo do semi-eixo maior de sua órbita é a mesma para todos os planetas. É importante a abordagem de uma discussão acerca das Leis de Kepler com os estudantes a partir de um método ativo, a aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP. A metodologia possui o objetivo de estimular os alunos a buscarem soluções para os problemas apresentados, por outro lado, os alunos acabam motivados a assumir com mais responsabilidade pela própria aprendizagem; pois, “os modelos curriculares da ABP são largamente construtivistas na sua natureza, pois é dada a oportunidade aos alunos de construir o conhecimento” (CARVALHO, 2009, p. 35).

## PERCURSO METODOLÓGICO

A organização para cada encontro com os estudantes, foi desenvolvida a partir da aplicação da metodologia, a Aprendizagem Baseada em Problemas. As turmas serão divididas em grupos entre três e cinco pessoas a partir de sorteio realizado em sala, as funções serão demarcadas entre coordenador e secretário em cada grupo constituído. Com isso, a partir dessa metodologia segue as principais características da ABP conforme apresenta Bridges. Esse encontro com os estudantes será pautado em dois momentos no primeiro encontro e três momentos no segundo encontro.

Ciclo das cinco características da ABP: Seguiremos as características de Bridges (1992, p. 5-6), onde a ABP traz características como:

1. O ponto de partida para a aprendizagem é um problema (isto é, um estímulo para o qual um indivíduo não tenha uma resposta imediata);
2. O problema deve permitir que os alunos estejam aptos a respondê-lo;
3. O conhecimento que os alunos devem adquirir estará organizado em torno de problemas em vez de disciplinas;
4. Estudantes, individualmente ou coletivamente, assumem uma importante responsabilidade pelas suas próprias instruções e aprendizagens;
5. A maior parte do aprendizado ocorre dentro do contexto de pequenos grupos.

Formações de grupos e divisões das funções: Em sala de aula, será realizado sorteio com os discentes para as divisões dos componentes de cada grupo formado e através do tutor receberão as funções.

Apresentação dos alunos: Após a finalização dos problemas, cada grupo irá apresentar para os demais colegas em sala de aula as respostas que obtiveram, suas dificuldades e hipóteses criadas para chegarem à resolução do problema.

## SEQUÊNCIA DE ENSINO

### TEMA

#### O USO DA METODOLOGIA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA (ABP) APLICADA ÀS LEIS DE KEPLER

**Número de aulas:** 2 encontros com 1 hora de duração cada aula.

**Público-alvo:** Estudantes do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio das escolas Targino Pereira e Benjamim Maranhão

**Objetivo geral:** conseguir identificar através dos problemas a compreensão e diferenciação das leis de Kepler diante das problematizações apresentadas para as resoluções.

#### **Objetivos de ensino:**

- Entender os conceitos das três leis de Kepler;
- Conectar os conceitos das leis de Kepler aos fenômenos físicos;
- Criar um ambiente de aprendizagem que estimule os estudantes a colaborarem com seu grupo, questionando e ensinando uns aos outros (BEICHNER, 2008).

## 1º Encontro

**Tema:** As três Leis de Kepler

**Duração:** 2 aulas com duração de 1 hora cada uma.

**Objetivo:** Trabalhar a aplicação das três leis de Kepler através da metodologia a Aprendizagem Baseada em Problemas - ABP

### **Justificativa:**

Entender os conceitos das Leis de Kepler apresentadas é primordial para o desenvolvimento dos estudantes, as descrições acerca dos movimentos dos planetas ao redor do sol, como também, a compreensão sobre a influência sobre a lei da Gravitação Universal de Newton é relevante para a vida do discente.

A metodologia aplicada referente a Aprendizagem Baseada em Problema, favorece ao aluno que ele se aproxime da problematização cotidiana e desperte estímulo aos estudantes, seguindo o ciclo sugerido pela ABP.

### **Desenvolvimento:**

A proposta metodológica da Aprendizagem Baseada em Problemas propõe a formação de grupos estudantes com as funções a serem exercidas, porém, a cada encontro as formações de grupo e as funções de coordenador e secretário demarcado aos estudantes constituídos nos grupos são modificadas. O professor em sala de aula possui a função de tutor, auxiliando o grupo quando é necessário.

Nesse encontro, a temática trabalhada será as três leis de Kepler, através da metodologia da ABP seguindo o ciclo dos cinco itens. Inicialmente os alunos devem sentir estímulo em responder a problemática, onde o nível de dificuldade deve estar coerente com o nível de conhecimento dos alunos. Assim, a todo momento, a organização dos conhecimentos dos estudantes estará pautada em problemas em vez de disciplinas. Os alunos constituídos no grupo serão os próprios responsáveis pelas atitudes tomadas. Em pequenos grupos é onde ocorre a maior parte do aprendizado entre os alunos.

A etapa final, será a apresentação e discussão acerca das resoluções diante das problemáticas aplicadas em sala de aula.

### **Material Prévio:**

Livro: **Descobrimdo o Universo**. COMINS, N. F. WILLIAM J KAUFMANN, I. I. I. Descobrimdo o Universo. [s.l.] W. H. Freeman, 2009.

**Recurso:** Diante dos encontros com os estudantes, os materiais utilizados serão computadores, para auxiliar na função das pesquisas acerca dos materiais distribuídos para os alunos sobre o assunto da temática pautada. Caderno, para os alunos fazerem anotações e resolução dos problemas. A Prova da OBA em diferentes níveis será utilizada para trabalharmos as questões a fim dos alunos ampliarem sua visão acerca das problematizações cobradas. Lápis Piloto, será usado para a apresentação das questões problematizadoras no quadro. Diferentes livros serão usados pelos estudantes (estudo prévio) e a equipe pedagógica acerca dos conteúdos necessários para estudo.

### **1º Momento**

Introdução acerca da metodologia

#### **Tema:**

- As Leis de Kepler

**Duração:** 2 horas

30 minutos:

No primeiro momento, foi realizado um sorteio utilizando a numeração da lista de participantes para formação dos grupos e distribuído as funções dos componentes do grupo entre coordenador(a) e secretário(a) em todos os grupos constituídos. Em seguida, os estudantes foram orientados acerca de como iria ocorrer a aplicação dos problemas através da metodologia ABP.

Logo após, foi iniciado o quiz, o link de acesso foi disponibilizado para um membro responsável do grupo para responderem em grupo cinco questões sobre as três leis de Kepler, a fim de verificarmos a compreensão dos alunos acerca da temática. O quiz tem o objetivo de verificar e auxiliar o entendimento dos participantes sobre o conteúdo estudado.

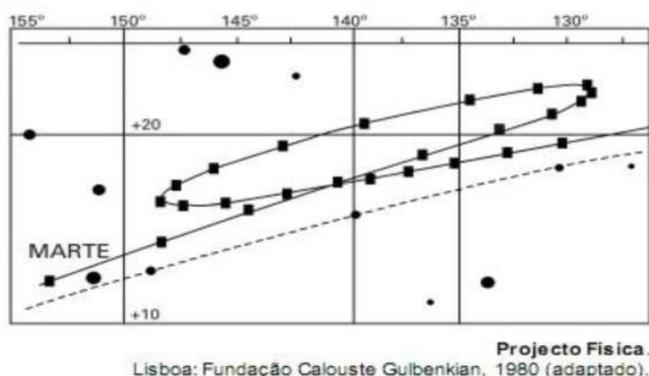
## 2º Momento

### Apresentação dos problemas sobre as três leis de Kepler

**Duração:** 30 minutos

No segundo momento os estudantes irão solucionar três problemas sobre as Leis de Kepler usando o conhecimento adquirido através do material prévio disponibilizado para estudo.

**Problema 1)** Marte é o quarto planeta mais próximo do Sol e o segundo menor planeta do Sistema Solar, maior apenas que Mercúrio. Possui cor vermelha devido à presença de óxido de ferro em sua superfície. Pode ser visto a olho nu da Terra, ou seja, sem auxílio de telescópios. Identifiquemos um determinado planeta no céu por seu movimento próprio, relativo às estrelas fixas, brilho estável e presença nas constelações da linha da eclíptica (as constelações do zodíaco). Suponha que você está observando a posição do planeta Marte em intervalos de 10 dias e verificou que sua posição em relação às estrelas possui modificações constantemente. Explique a causa de a forma dessa trajetória ocorrer como mostrado na imagem.



**Figura 1:** Trajetória de Marte

**Fonte:** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980 (adaptado)

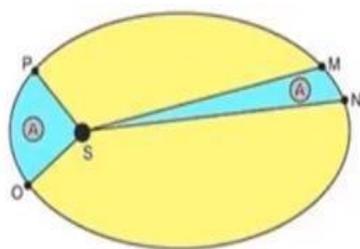
O objetivo desse problema é que os alunos inicialmente:

- Identifiquem a primeira lei de Kepler;
- Reflitam acerca da problematização;
- Compreendam a movimentação do planeta Marte em órbita;
- Criem hipótese para chegarem à resolução;
- Explique o porquê desse fenômeno ocorrer.

Após isso, partiremos para o segundo problema.

**Duração:** 30 minutos

**Problema 2)** A Lei das Áreas, segunda lei de Kepler, pode ser aplicada não apenas para as órbitas dos planetas ao redor do Sol, mas também para qualquer outro corpo que esteja orbitando um objeto do Sistema Solar. Imagine que você está observando um determinado planeta, em órbita elíptica, com o Sol ocupando um de seus focos, como ilustrado na figura abaixo. As regiões limitadas pelos contornos OPS e MNS têm áreas iguais a uma mesma quantidade  $A$ .



**Figura 2:** Lei das Áreas

**Fonte:** Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

Se  $t_{OP}$  e  $t_{MN}$  são os intervalos de tempos gastos para o planeta percorrer os trechos OP e MN, respectivamente, com velocidades médias,  $v_{OP}$  e  $v_{MN}$ , em quais desses dois setores os objetos se deslocam com maior velocidade? Como podemos caracterizar os pontos onde pode-se atingir a máxima e mínima velocidade de órbita? Considere a situação em que esses intervalos de tempo possam ser pequenos. Discuta a consequência de uma órbita pouco elíptica (quase circular, como a da Terra) e muito elíptica (como a de Plutão), em relação ao Sol.

Essa segunda problematização sugere que os alunos:

- Percebam a segunda lei de Kepler;
- Entendam os conceitos de Periélio e Afélio;
- Criem e discutam suas hipóteses;
- Escreva detalhadamente a ocorrência entre o tempo e velocidades dos pontos demarcados.

Por fim, a terceira problematização.

**Duração:** 30 minutos

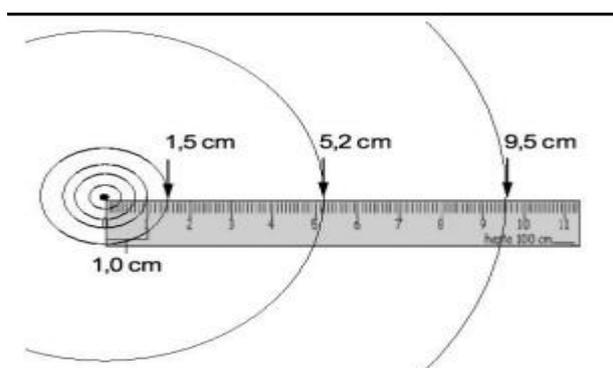
**Problema 3)** As três Leis de Kepler (1571–1630) descrevem os movimentos dos planetas, luas, cometas, satélites artificiais etc. Em sua formulação original, para os planetas, afirmam que:

1ª Lei (Lei das órbitas): A órbita de cada planeta é uma elipse, estando o Sol num dos focos.

2ª Lei (Lei das áreas): Uma linha reta entre o Sol e o planeta “varre” áreas iguais em iguais intervalos de tempos.

3ª Lei (Lei dos períodos): O quadrado do Período orbital (P) dividido pelo cubo da distância

(D) média do planeta ao Sol é uma constante (k), ou seja,  $P^2/D^3 = k$ .



A figura acima traz o esquema em escala das órbitas dos seis primeiros planetas do Sistema Solar, em ordem: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno; onde 1,0 cm = 1,0UA (UA é a sigla para Unidade Astronômica, a distância média da Terra ao Sol, sendo o Sol representado por um marcador em preto, fora de escala, no centro da figura). Note que a constante k é aproximadamente a mesma para todos os astros que orbitam o Sol e depende das unidades usadas para se expressar P e D. Por exemplo, no caso da Terra, se usarmos o período, P, em unidades de Anos Terrestres (AT), e a distância média (D) ao Sol, em unidade astronômica, 1,0 UA, encontramos:

$$k = \frac{(1A_T)^2}{(1UA)^3} = 1 \frac{(A_T)^2}{UA^3}$$

Considerando essas informações seria possível prever o período de órbita (P) de um planeta (em A<sub>T</sub>), situado a uma distância de 19,23 cm? Qual seria esse planeta?

Em 23 de Setembro de 1846 descobrimos Netuno, a posição do planeta estava

prevista e estava associada a uma variação no valor da constante  $k$  de Urano. Como essa variação permitiu a identificação de Netuno?

Nesta última problematização os alunos devem:

- Conhecer a fórmula da terceira lei de Kepler;
- Saber identificar as variações que acarretaram na descoberta de Netuno;
- Criar as hipóteses em grupo;
- Saber calcular o período dos planetas.

## 2º Encontro

<b>Tema:</b> As três leis de Kepler
-------------------------------------

**Duração:** 2 horas

**Objetivo:** Discutir as leis de Kepler apresentadas na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica.

**Justificativa:** As discussões realizadas sobre as leis de Kepler, nesse segundo momento, estarão voltadas às problematizações cobradas na prova da OBA, a fim dos alunos praticarem e estarem aptos com a prova.

**Material prévio:**

- **Livro: Descobrindo o Universo.** COMINS, N. F. WILLIAM J KAUFMANN, I. I. I. Descobrindo o Universo. [s.l.] W. H. Freeman, 2009.
- CORRÊA, I. C. S. **Satélites artificiais - 1º parte.**

**Recurso:** Os materiais utilizados serão a prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica para a seleção de questões. Caderno, para fazer anotações importantes e resolução dos problemas, como também, caneta para a escrita das respostas. Computador, para a criação e pesquisa de material disponibilizado aos estudantes.

## 1º Momento

### Formação de novos grupos

No primeiro momento referente ao segundo encontro, permanecemos trabalhando a mesma temática acerca das leis de Kepler, agora, com problemas reformulados da prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica.

Os estudantes formaram novos grupos. Dessa forma, foram constituídos três novos grupos. Em seguida, dois estudantes de cada grupo foram escolhidos para as funções de coordenador(a) e secretário(a).

**Ojetivo:** Preparar os alunos a se adaptarem com o perfil de questão da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica acerca dos problemas das leis de Kepler cobrado em prova.

#### **O que se espera dos alunos:**

Nesse segundo encontro espera-se que os alunos tenham absorvido bem os conceitos e diferenciações acerca das três leis de Kepler. Os problemas apresentados e resolvidos em sala de aula, auxiliarão os estudantes para a realização da prova referente a preparação para a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica.

## 2º Momento

### Aplicação dos problemas das leis de Kepler cobrados na OBA.

#### **Tema:**

- Leis de Kepler

#### **Duração:** 2 horas

Após o primeiro momento da aula, esse, será voltado para os alunos aprimorarem os seus conhecimentos sobre as três leis de Kepler cobradas na prova da OBA.

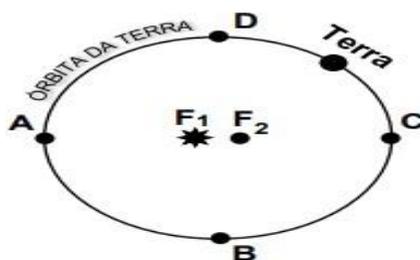
**Problema 1)** As três Leis de Kepler (1571–1630) descrevem os movimentos dos planetas, luas, cometas, satélites artificiais, etc. Em sua formulação original, para planetas, são declaradas como:

**1ª Lei:** “A órbita de cada planeta é uma elipse, estando o Sol em um dos focos.”

**2ª Lei:** “Uma linha reta entre o Sol e o planeta “varre” áreas iguais em iguais intervalos de

tempos.” Logo, a velocidade do planeta é variável, sendo máxima perto do Sol, no periélio, e mínima longe do Sol, no afélio.

**3ª Lei:** “O quadrado do Período (P) dividido pelo cubo da distância (D) média do planeta ao Sol é uma constante (k)”. Ou seja,  $P^2 / D^3 = k$ .



A figura mostra a órbita da Terra quase circular. F1 e F2 são os focos da elipse e estão exageradamente separados. Suponha que o Sol está em F1. A Terra se move na sequência A, B, C, D. Explique detalhadamente cada alternativa abaixo.

- Identifique na imagem em quais pontos a velocidade da Terra será mínima e em qual ponto será máxima e por que isso acontece?
- Observe qual dos focos o Sol está ocupando. O ponto F<sub>2</sub> é ocupado no sistema?
- É necessário que o centro geométrico da elipse seja ocupado?
- Analise o que acontece quando a Terra se aproxima dos pontos A e B?

Objetivos de Ensino:

- Entender o efeito gravitacional;
- Compreender os efeitos do Periélio e Afélio.

**Problema 2)** A Primeira das Três Leis de Kepler, também chamada de Lei das Órbitas, descreve os movimentos dos planetas, luas, cometas, satélites artificiais, dentre outros objetos, em torno dos astros nos quais orbitam. Indique **F**, de falso, ou **V**, de verdadeiro, a frente de cada afirmação abaixo e, logo em seguida, construa uma figura exemplificando uma órbita elíptica demarcando os seguintes elementos: **eixo menor**, **eixo maior**, **foco vazio**, **foco ocupado**, **afélio** e **periélio**, quando a afirmação for verdadeira.

1ª) ( ) A Primeira Lei de Kepler para os satélites naturais de um planeta afirma que: “A órbita de cada satélite natural de um planeta é uma elipse, estando o planeta em um dos focos.”

2ª) ( ) A Primeira Lei de Kepler para os planetas do Sistema Solar afirma que: “A órbita de cada

planeta é uma elipse, estando o Sol em um dos focos.”

3ª) ( ) A Primeira Lei de Kepler para os satélites artificiais da Terra diz o seguinte: “A órbita de cada satélite artificial da Terra é uma elipse, estando o Sol em um dos focos.”

4ª) ( ) A Primeira Lei de Kepler é válida apenas para o Sistema Solar.

Objetivos de Ensino:

- Compreender os conceitos das três leis de Kepler;
- Possuir um conhecimento teórico do assunto.

**Problema 3)** Os satélites artificiais tiveram início no século XX com o lançamento do Sputnik I em 1957. São denominados artificiais, criação humana, para distinguir dos satélites naturais, como a Lua, por exemplo, e têm o objetivo de explorar diferentes aspectos locais ou mesmo de todo o Universo; possuem classificações em diferentes funções, como: comunicação, meteorologia, navegação, observação de objetos celestes, dentre outros aspectos existentes. Considere-se um diretor de uma missão espacial, similar àquelas de agências como a NASA, AEB, SPACE-X, que irá lançar um satélite artificial estacionário com massa de 100 kg, através de um foguete, para ocupar uma órbita a fim de propagar um sinal de internet gratuita 5G para toda a cidade de Araruna, no estado da Paraíba. Considere que esse satélite artificial se encontra em uma órbita circular, de raio  $r$ , em torno da Terra. Seu período orbital vale  $P$ . Mostre o que aconteceria com o raio da órbita se o satélite tivesse o dobro da sua massa e mantivesse o mesmo período orbital. Caso a região de permanência do satélite tenha concorrência com outros objetos em órbita, seria possível alterar a altura da órbita, por segurança, e ainda assim manter o satélite estacionário?

Objetivos de Ensino:

- Entender o Conceito da terceira lei de Kepler;
- Apresentar a equação;
- Expressar através da escrita a justificativa.

### 3º Momento

Apresentação e discussão das soluções
---------------------------------------

O terceiro e último momento é reservado para os estudantes apresentarem suas respostas e discutir de modo geral as três leis de Kepler, relacionadas às seis problematizações aplicadas

em

dois

dias.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Marco Antônio de Souza; DOURADO, Luiz Fernandes (Orgs.). **A BNCC na contramão do PNE 2014-2024: avaliação e perspectivas**. [livro eletrônico]. Recife: ANPAE, 2018.
- BARBOSA, Edméa Oliveira; MOURA, Débora Goulart. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **B. Tec. Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, maio/ago. 2013.
- BOROCHOVICIUS, Eli; TASSONI, ELVIRA CRISTINA. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino fundamental. **Educação em Revista**, v. 37, p. e20706, 2021.
- BOROCHOVICIUS, Eli; TORTELLA, Jussara Cristina Barboza. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 22, n. 83, p. 263-293, 2014.
- BRASIL. *Educação de Jovens e Adultos: Proposta Curricular para o primeiro segmento do ensino fundamental*. **Ministério da Educação e do Desporto**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília. MEC, 1997.
- BRIDGES, Edwin M. **Problem based learning for administrators**. Eugene: ERIC Clearinghouse on Educational Management, University of Oregon, 1992.
- COTTA, Rosângela Minardi Mitre; et al. Construção de portfólios coletivo em currículos tradicionais: uma proposta inovadora de ensino-aprendizagem. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 3, p. 787-796, 2012.
- DE SOUZA, Samir Cristino. **APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP): UM MÉTODO TRANSDISCIPLINAR DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO EDUCATIVO**.
- DOS SANTOS, José Jamilton Rodrigues; DE MEDEIROS, Larissa Verissimo. SCALE-UP E A INSERÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA DE PARTÍCULAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: PROPOSTA PARA SALA DE AULA. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 4, p. 702-709, 2023.
- LANGHI, Rodolfo. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. 2009. 370 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2009.
- LANGHI, Rudinei; NARDI, Roberto. **Formação de professores e seus saberes disciplinares em Astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental**. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 205-224, 2010.
- LANGHI, Rudinei; NARDI, Roberto. **Educação em Astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2012.

MEDEIROS, A.; MONTEIRO, M. A. Compreensões de estudantes de física de alguns conceitos fundamentais da astronomia. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 3, 2001, Bauru. Anais...Bauru: ABRAPEC, 2001. MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. Da terra às galáxias: uma introdução à astrofísica. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes, 1997.

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica. Disponível em: <http://www.oba.org.br/site/>. Acesso em: 05 jan. 2023.