



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
Departamento de Física
Programa de Pós-Graduação em Astronomia



JOELSON SANTANA RIBEIRO

**O ENSINO DE ASTRONOMIA POR MEIO DE CONTEÚDOS DE MATEMÁTICA E FÍSICA,
SOB UMA ABORDAGEM LÚDICA**

Feira de Santana- Bahia
2024

JOELSON SANTANA RIBEIRO

**O ENSINO DE ASTRONOMIA POR MEIO DE CONTEÚDOS DE MATEMÁTICA E FÍSICA,
SOB UMA ABORDAGEM LÚDICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Astronomia – Mestrado Profissional, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Astronomia.

Orientador(a): Dr. Jean Paulo dos Santos Carvalho.

Feira de Santana- Bahia
2024

Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

Ribeiro, Joelson Santana
R369e O ensino de Astronomia por meio de conteúdos de matemática e física,
sob uma abordagem lúdica / Joelson Santana Ribeiro. - 2024.
112f.: il.

Orientador: Jean Paulo dos Santos Carvalho

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Feira de
Santana. Programa de Pós-Graduação em Astronomia, 2024.

1. Astronomia – Ensino. 2. Interdisciplinaridade. 3. Ludicidade. 4.
Jogos didáticos. 5. Experimentos. I. Carvalho, Jean Paulo dos Santos,
orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU: 521/525(07)

Rejane Maria Rosa Ribeiro – Bibliotecária CRB-5/695



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CANDIDATO (A): JOELSON SANTANA RIBEIRO

DATA DA DEFESA: 16 de agosto de 2024 LOCAL: Sala 03 do LABOFIS

HORÁRIO DE INÍCIO: 14:23

MEMBROS DA BANCA	FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO			
JEAN PAULO DOS SANTOS CARVALHO	Presidente	DR	UFRB
ANA VERENA FREITAS PAIM	Membro Interno	DR	UEFS
DANIELA CARDOZO MOURÃO	Membro Externo	DR	UNESP

TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO*:

O ENSINO DE ASTRONOMIA POR MEIO DE CONTEÚDOS DE MATEMÁTICA E FÍSICA, SOB UMA ABORDAGEM LÚDICA.

*Anexo: produto(s) educacional(is) gerado(s) neste trabalho.

Em sessão pública, após exposição de 43 min, o(a) candidato(a) foi argüido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 1h 20min. A banca chegou ao seguinte resultado**:

- APROVADO(A)
 INSUFICIENTE
 REPROVADO(A)

** Recomendações¹: A BANCA RECOMENDA QUE O MESTRANDO REALIZE OS AJUSTES SINALIZADOS APÓS A ANÁLISE DO TEXTO.

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima relacionada, pelo candidato e pelo coordenador do Programa de Pós-Graduação em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Feira de Santana, 16 de agosto de 2024

Presidente: Jean Paulo dos Santos Carvalho

Membro 1: Ana Verena Freitas Paim

Membro 2: Julia P

Membro 3: _____

Candidato (a): Joelson Santana Ribeiro

Coordenador do PGAstro: Julia P

¹ O aluno deverá encaminhar à Coordenação do PGAstro, no prazo máximo de 60 dias a contar da data da defesa, os exemplares definitivos da Dissertação, após realizadas as correções sugeridas pela banca.



**ANEXO DA ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO:
PRODUTO(S) EDUCACIONAL(IS) GERADO(S) NO TRABALHO FINAL DE CURSO**

CANDIDATO (A): JOELSON SANTANA RIBEIRO

DATA DA DEFESA: 16 de agosto de 2024 **LOCAL:** Sala 03 do LABOFIS

HORÁRIO DE INÍCIO: 24h23min

PRODUTO EDUCACIONAL: CARTILHA
PRATICANDO E APRENDENDO ASTRONOMIA COM
LUDICIDADE E INTERDISCIPLINARIDADE.

PRODUTO EDUCACIONAL: E-book

EXPLORANDO O COSMOS: GUIA DE GINCANAS
ASTRONÔMICAS PARA PROFESSORES.

Feira de Santana, 16 de agosto de 2024.

Presidente: Renat Paulo dos Santos Carvalho

Membro 1: Tamara Verena Freitas Lima

Membro 2: Joelson Santana Ribeiro

Membro 3: Joelson Santana Ribeiro

Candidato (a): Joelson Santana Ribeiro

Coordenador do PGAstro: Joelson Santana Ribeiro

Dedicatória

À minha avó, Jozelita Araújo (em memória), que assumiu a responsabilidade por minha criação desde os primeiros dias de minha vida. Sua dedicação incansável e orientação sábia moldaram meu caráter e me instigaram a contemplar as dualidades da existência, incentivando-me a refletir sobre os caminhos que valem a pena percorrer. Seu estímulo para observar o céu, especialmente nas primeiras horas da noite para vislumbrar a passagem dos satélites artificiais, foi fundamental para meu interesse pela Astronomia. A ela, devo imensuravelmente.

Dedico também este trabalho a minha filha, Laura Ribeiro, reconhecendo o tempo que, por vezes, não pudemos compartilhar juntos, devido aos compromissos acadêmicos e profissionais. Sua presença em minha vida é uma fonte constante de motivação e inspiração.

Dedico também a todas as outras pessoas que, de alguma forma, contribuíram para minha jornada acadêmica e pessoal, principalmente meus colegas de trabalho do Colégio Estadual Aldemiro Vilas Boas. Suas influências e apoio foram fundamentais para alcançar esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos as pessoas e instituições que contribuíram de forma significativa para o desenvolvimento deste trabalho acadêmico:

Ao Prof. Orientador, Dr. Jean Paulo dos Santos Carvalho, por sua dedicação incansável, valiosas sugestões, comprometimento e paciência ao longo desta jornada de pesquisa.

À Prof.^a. Dra. Ana Verena Freitas Paim, pelo seu empenho e orientações precisas durante as correções e orientações fornecidas ao longo deste período de aprendizado.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro, cujas perspectivas transformadoras sobre a dinâmica da sala de aula foram de fundamental importância para o amadurecimento do meu entendimento educacional.

À minha equipe de trabalho do Colégio Estadual Aldemiro Vilas Boas, cuja colaboração constante foi fundamental para garantir que meus estudos transcorressem sem contratemplos, desde a adaptação de horários até a compreensão em relação à minha ausência em momentos importantes.

Aos meus colegas de pós-graduação, cuja companhia tornou um período de intensa dedicação em uma experiência enriquecedora e divertida, com um agradecimento especial ao amigo João Fábio Peixinho, que gentilmente, nos acolheu em sua casa e em seu coração desde o início desta jornada acadêmica.

“Eu sou parte de uma equipe. Então, quando venço, não sou eu apenas quem vence. De certa forma termino o trabalho de um grupo enorme de pessoas!”

(Ayrton Senna, 1994)

RESUMO

Com o intuito de relacionar a Astronomia com a Educação Básica, de forma interdisciplinar, o objetivo subjacente a esse trabalho de dissertação é fomentar o ensino de conteúdos de Astronomia na Educação Básica, promovendo a construção de conhecimentos em Física e Matemática, na 1ª série do Ensino Médio, por meio das atividades lúdicas, relacionadas a conteúdos de Astronomia. O Produto Educacional gerado neste trabalho é uma Cartilha com diversos jogos educativos e experimentos que explorem conceitos da Matemática e da Física usando aspectos da Astronomia. Esta Cartilha intitulada Praticando e Aprendendo Astronomia com Ludicidade e Interdisciplinaridade foi elaborada com a participação dos estudantes, possui indicação de recursos necessários para reprodução, objetos do conhecimento que podem ser relacionados, além de todas as regras e instruções de uso. Como uma atividade interdisciplinar, o Produto Educacional busca articular teoria e prática possibilitando reflexões, experimentações e elaboração de materiais didáticos para a Gincana de Astronomia na Escola. Nessa perspectiva, são desenvolvidos Jogos e Experimentos didáticos, que de forma lúdica, abordem aspectos da Astronomia para que, no desenvolver dessas atividades o estudante possa compreender a relação entre a Astronomia, a Física e a Matemática, e que isso possa contribuir para o melhor entendimento dessa ciência que tanto atrai a atenção dos estudantes. Também construímos um segundo produto educacional, uma guia digital em formato de e- book intitulado "Explorando o Cosmos: Guia de Gincanas Astronômicas para Professores", que oferece uma estrutura organizacional completa para a realização de uma gincana escolar. Ele inclui todas as atividades descritas na cartilha, proporcionando aos professores um plano detalhado para a execução de um evento dinâmico e educativo.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia. Interdisciplinaridade. Ludicidade. Jogos didáticos. Experimentos.

ABSTRACT

With the aim of relating Astronomy to Basic Education in an interdisciplinary way, the underlying objective of this dissertation is to promote the teaching of Astronomy content in Basic Education, fostering the development of knowledge in Physics and Mathematics in the 1st year of High School through playful activities related to Astronomy content. The Educational Product generated in this work is a Handbook with various educational games and experiments that explore Mathematical and Physical concepts using aspects of Astronomy. This Handbook, titled "Practicing and Learning Astronomy with Playfulness and Interdisciplinarity," was developed with the participation of students and includes a list of necessary resources for reproduction, related knowledge objects, as well as all the rules and instructions for use. As an interdisciplinary activity, the Educational Product seeks to articulate theory and practice, enabling reflections, experimentation, and the creation of teaching materials for the School Astronomy Competition. In this context, educational Games and Experiments are developed that, in a playful way, address aspects of Astronomy, allowing students to understand the relationship between Astronomy, Physics, and Mathematics, thus contributing to a better understanding of this science that so greatly captures their interest. We have also developed a second educational product, a digital guide titled "Exploring the Cosmos: A Guide to Astronomy Competitions for Teachers," which provides a complete organizational structure for carrying out a school competition. It includes all the activities described in the handbook, offering teachers a detailed plan for conducting a dynamic and educational event.

Keywords: Astronomy Teaching. Interdisciplinarity. Playfulness. Educational Games. Experiments.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -Construção dos foguetes de acordo com o regulamento da OBA-----	43
FIGURA 2 - Medalhistas da OBA 2023-----	43
FIGURA 3 - Lançamento de Foguetes-----	44
FIGURA 4 - Montagem das torres A e B que servira de suporte para as trajetórias-----	47
FIGURA 5 -Ilustração da circunferência e os componentes necessários para calcular o comprimento do arco-----	48
FIGURA 6 - Representação do esquema de hipérbole desenvolvido-----	49
FIGURA 7 - Representação do esquema de cicloide desenvolvido-----	51
FIGURA 8 - Estudantes construindo as curvas em estudo (reta, arco de circunferência, hipérbole e cicloide)-----	51
FIGURA 9 - Estudantes forrando as curvas em estudo e calculando a velocidade-----	52
FIGURA 10 - Ilustração do experimento da tautocrona-----	53
FIGURA 11 - Equipes juntamente com professor fazendo lançamento de foguete horizontal guiado-----	54
FIGURA 12 - Atividade para resolver durante e após a atividade prática-----	55
FIGURA 13 - Representação da estreita relação das coordenadas geográficas do globo terrestre com o plano cartesiano-----	57
FIGURA 14 - Processo de construção do jogo-----	59
FIGURA 15 - Apresentação do jogo na feira de ciências escolar-----	59
FIGURA 16 - Apresentação do jogo na feira de ciências escolar-----	60
FIGURA 17 - Apresentação do jogo na Feira de Ciências Regional-----	61
FIGURA 18 - Representação fora de escala da elipse com excentricidade exagerada e com o Sol em um dos focos -----	63
FIGURA 19 - Representação fora de escala, porém menos excêntrica, da elipse com o Sol em um dos focos-----	63
FIGURA 20 -A elipse: definição de afélio e periélio-----	64
FIGURA 21 Representação fora de escala do vetor raio do Sol até um planeta em uma elipse com excentricidade exagerada -----	64
FIGURA 22 - Representação fora de escala do vetor raio do Sol até um planeta -----	65
FIGURA 23 - Representação fora de escala do semieixo maior de um planeta em torno do Sol numa elipse com excentricidade exagerada-----	65

FIGURA 24- Representação fora de escala do semieixo maior de um planeta em torno do Sol-----	66
FIGURA 25- Ilustração da maneira como os estudantes desenharam as órbitas dos planetas (fora de escala)-----	67
FIGURA 26- Turma do 1º ano D, assistindo Live 5 – as Leis de Kepler: Órbitas do Sistema Solar, apresentada pelo professor Dr. Jean P. S. Carvalho-----	68
FIGURA 27 - Digitando as questões para a trilha de Kepler-----	69
FIGURA 28 - Construindo a trilha de Kepler-----	69
FIGURA 29 - Construindo a trilha de Kepler-----	70
FIGURA 30 - Recortando figuras e questões para a trilha de Kepler-----	70
FIGURA 31- Construindo o Dominó-----	72
FIGURA 32- Construindo e jogando o jogo da memória-----	73
FIGURA 33- Dominó sendo jogado-----	74
FIGURA 34- Experimento Trinca de Newton-----	75
FIGURA 35- Estudantes construindo a catapulta-----	78
FIGURA 36- Trilha do Big Bang-----	80
FIGURA 37- Grupos realizando os lançamentos de foguetes e projéteis com catapulta---	82
FIGURA 38- Grupos realizando as atividades do segundo dia (experimentos, dominó, jogo da memória e trilhas (de Kepler e do Big Bang) -----	82
FIGURA 39- Reprovação e abandono escolar 1ª Série do Ensino Médio de 2021 a 2023 no CEAVB-----	86
FIGURA 40- Reprovação em Física e Matemática na 1ª Série do Ensino Médio de 2019 a 2023 no CEAVB-----	88
FIGURA 41- Relato de experiencia do aluno A-----	89
FIGURA 42- Relato de experiencia do aluno B-----	90
FIGURA 43- Relato de experiencia do aluno C-----	90
FIGURA 44 - Relato de experiencia do aluno D-----	90
FIGURA 45- Relato de experiencia do aluno E-----	91
FIGURA 46- Aprovação em Física e Matemática na 2ª Série do Ensino Médio do CEAVB 1º semestre de 2023 e 1º semestre de 2024-----	91

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Reprovação e abandono escolar da 1ª Série do Ensino Médio de 2021 a 2023 no CEAVB-----	85
TABELA 2: Reprovação em Física e Matemática na 1ª Série do Ensino Médio de 2019 a 2023 no CEAVB-----	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 01- Quadro de experimentos e jogos realizados-----83

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1. Astronomia no currículo: dos PCN à BNCC	25
2.1.1 Formação de professores para o ensino de Astronomia	27
2.2. Ensino de Astronomia por meio de atividades lúdicas, mediadoras da aprendizagem em Física e Matemática	28
3 TRILHANDO O MÉTODO	33
3.1 Estratégias Metodológicas para Investigação	33
3.2 Etapas da Gincana de Astronomia na Escola	37
3.3 Atividades realizadas	40
3.3.1 A Astronomia e os aspectos físicos e matemáticos envolvidos na construção de foguete	41
3.3.2 A relação do problema da Braquistócrona com a Astronomia e sua utilização nas aulas de Física como recurso interdisciplinar	45
3.3.3 Lançamento de foguete horizontal guiado para calcular deslocamento e velocidade	53
3.3.4 O uso do plano cartesiano atrelado aos conceitos de Astronomia nas aulas de Matemática	56
3.3.5 As leis de Kepler na aula de Física por meio de um jogo de Trilha	61
3.3.6 Explorando os conhecimentos dos astros por meio de um Dominó	70
3.3.7 Aprendendo sobre os astros e se divertindo com o jogo da memória	72
3.3.8 Dominó da óptica	73
3.3.9 Leis de Newton na prática (Trinca de Newton)	75
3.4.0 Estudo das forças por meio da catapulta	77
3.4.1 Uma exploração científica do Big Bang: Origem e Evolução do Universo por meio de um Jogo de Trilha	78
3.4.2 Gincana e de Astronomia na escola	81
4 RESULTADOS	85
4.1 Análise dos dados de reprovação e abandono escolar no 1º ano do Ensino Médio de 2021 a 2023 no CEAVB	85
4.2 Avaliação dos estudantes com os jogos e experimentos que foram desenvolvidos	88
5 DISCUSSÃO	93

6 CONCLUSÕES	94
REFERÊNCIAS	97
APÊNDICE A – Questões sobre o filme, “O CÉU DE OUTUBRO”	104
APÊNDICE B – Abordagem sucinta sobre o Geocentrismo e Heliocentrismo	105
APÊNDICE C – Abordagem sobre as leis de Kepler	106
APÊNDICE D – Sequência didática	108
APÊNDICE E – A Braquistócrona – Curva de menor tempo	110
ANEXO A -Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	112

1 INTRODUÇÃO

O elevado índice de reprovação e abandono escolar representa um desafio significativo enfrentado pela maioria das instituições de ensino no Brasil, emergindo como uma questão de considerável importância social. Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), no âmbito da taxa de rendimento, a taxa de abandono escolar na 1ª série do Ensino Médio no estado da Bahia ultrapassou os 10%, enquanto a taxa de reprovação foi superior a 5% no mesmo nível de ensino. Por sua vez, o Colégio Estadual Aldemiro Vilas Boas (São Miguel das Matas/ Bahia), local de desenvolvimento desta pesquisa, registrou, de acordo com a mesma fonte, uma taxa de reprovação de 2,2% e uma taxa de abandono de 20,1% na referida etapa educacional (Brasil, 2021).

Diante desse contexto, surge o desafio de desenvolver pesquisas e metodologias de ensino que sejam capazes de criar atividades atrativas aos estudantes, envolvendo-os de forma ativa no processo de aprendizagem, visando mitigar os problemas recorrentes de abandono e reprovação que confrontam as instituições educacionais, em geral, e especificamente, a escola na qual exerço minha docência. Por meio dessas atividades, almejamos contribuir para enfrentar os desafios mencionados e melhorar os índices educacionais da escola.

Nessa perspectiva, compreende-se que essa temática deve permanecer em constante discussão no âmbito educacional, uma vez que não é aceitável que taxas de evasão superiores a 20% sejam consideradas normais. A inserção da Astronomia como elemento atrativo para os estudantes e como meio de estabelecer conexões com os conteúdos de Física e Matemática assume, portanto, uma relevância significativa para a proposta de intervenção.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, optou-se por realizar intervenções e acompanhamento na 1ª Série do Ensino Médio no Colégio Estadual Aldemiro Vilas Boas (CEAVB). A escolha dessa instituição se deve ao fato de ser o local onde o autor deste trabalho exerce sua atividade docente. Tal escolha confere maior significado ao trabalho a ser desenvolvido, considerando os desafios enfrentados pela instituição, como os problemas de reprovação e abandono escolar.

A delimitação para abordar exclusivamente a 1ª Série do Novo Ensino Médio foi baseada no elevado índice de reprovação e abandono registrado nessa etapa, conforme evidenciado nos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), relativos aos últimos quatro anos. Esses dados compreendem informações como o número e a proporção de estudantes aprovados, reprovados e evadidos, bem como o nível de proficiência em Matemática e suas Tecnologias, e em Português, Línguas e Códigos, proporcionando um conjunto abrangente de informações para a condução da pesquisa.

Portanto, com o intuito de oferecer maior clareza e objetividade às informações, optou-se por realizar um recorte nos dados, concentrando-se especificamente na 1ª Série do Ensino Médio, que representa a fase final da Educação Básica. Conforme preconiza a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB-Nº 9394/96) (Brasil, 1996), o Ensino Médio tem como propósito principal promover a formação integral do estudante, preparando-o para o exercício pleno da cidadania, a continuidade dos estudos e a inserção no mercado de trabalho, com o intuito de formar cidadãos autônomos e participativos na sociedade.

Vale ressaltar que os dados empregados nesta pesquisa referentes à aprovação, reprovação e abandono escolar foram obtidos a partir de bases de dados abertas e públicas disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP (2023) e pelo site especializado da Secretaria Estadual da Educação do estado da Bahia (Brasil, 1996).

Como educador da rede estadual de ensino, incumbido da instrução na etapa derradeira da Educação Básica, o Ensino Médio, e envolvido diretamente na implementação das políticas educacionais, reconheço a importância de não apenas utilizar os resultados das avaliações e taxas de rendimento como meros indicativos de desempenho escolar, mas também de empregá-los como instrumentos fundamentais na formulação de novas políticas, projetos e programas educacionais.

Embora se saiba que os indicadores de qualidade por si só não sejam capazes de resolver todos os desafios educacionais, reconhece-se sua relevância dentro do processo. É imperativo que os educadores estejam cientes desse significado para a eficácia escolar, uma vez que o entendimento dos mecanismos que contribuem para a melhoria desses indicadores facilitará a operacionalização das políticas públicas e

a compreensão das diversas variáveis que interferem na oferta de uma educação de excelência.

Segundo Vianna (2014), o fenômeno educativo é tão complexo que se considerarmos o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), que agrega dados de aprovação com os resultados dos alunos na Prova Brasil, ainda assim, não daria conta. Além disso, o autor acha fundamental a criação de outras dimensões para se avaliar a qualidade da educação, reiterando que:

A avaliação da qualidade da educação não se limita apenas à verificação do rendimento escolar, que é um momento na caracterização dessa qualidade. O desempenho dos estudantes em pesquisas da qualidade da educação é mais bem compreendido e interpretado quando se levantam informações sobre o tipo de ensino que recebem os procedimentos que vivenciam em sala de aula e no colégio, ainda sobre as características ambientais da família que determinam os seus comportamentos (Vianna, 2014, p. 37).

Na busca pela melhoria da qualidade da educação e pelo aprimoramento do desempenho dos estudantes, os educadores enfrentam a necessidade de avaliar constantemente o comportamento dos alunos no cotidiano escolar e de adaptar suas estratégias pedagógicas. Em caso de necessidade, cabe aos professores desenvolver seus próprios projetos educacionais que atendam de forma mais eficaz às necessidades específicas de seus estudantes.

As escolas têm competências e habilidades a serem alcançadas ao longo de um determinado período de tempo, e aos estudantes que não conseguem se aproximar dos resultados mínimos esperados, atribui-se o fracasso escolar que é refletido por meio da reprovação. Esta reprovação tem impactos significativos na autoestima desses indivíduos fazendo com que muitas vezes deixem a escola por acreditar que não são capazes de alcançar os resultados esperados. Considerando essas questões, nós educadores, nos vemos diante do desafio de buscar meios que auxiliem o enfrentamento desta problemática. Pensar em metodologias mais ativas, lúdicas, contextualizadas, que permitam a ação efetiva do estudante sobre o conhecimento que se faz salutar. Neste sentido, é que buscamos nos estudos de pesquisadores como Piaget (1978), Vygotsky (1984), Wallon (2007), Luckesi (2014), entre outros, aportes para pensarmos a relevância da ludicidade como meio fecundo para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, de mediação do conhecimento, e, por conseguinte, geração de aprendizagens.

É preciso, sobretudo, e aí já vai um destes saberes indispensáveis, que o formando, desde o princípio mesmo de sua experiência formadora, assumindo-se como sujeito também da produção do saber, se convença definitivamente de que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção (Freire, 1996, p.12).

Freire apesar de não tratar especificamente de ludicidade em seus escritos, no livro *Pedagogia da Autonomia* ele convida o educador a compreender seu papel não apenas de ensinar os conteúdos, mas também ensinar a pensar.

É na interação com as atividades que envolvem simbologia e brinquedos que o educando aprende a agir numa esfera cognitiva. Na visão do autor, a criança comporta-se de forma mais avançada do que nas atividades da vida real, tanto pela vivência de uma situação imaginária, quanto pela capacidade de subordinação às regras (Vygotsky, 1984, p. 27).

O professor deve operacionalizar formas didáticas diferentes, que provoquem no estudante o desejo de pensar. Para Piaget (1978) o lúdico é uma característica fundamental do ser humano, do qual o indivíduo depende para se desenvolver. Para crescer, brincar e para se equilibrar frente ao mundo precisa do jogo.

Nessa perspectiva, o lúdico promove importantes contribuições no processo de ensino e aprendizagem nas diversas áreas do conhecimento, desde que seja considerado o nível escolar e faixa etária dos estudantes, pois, o lúdico frequentemente envolve a participação ativa do aprendiz. Isso significa que eles não são apenas receptores passivos de informações, mas estão envolvidos na resolução de problemas, tomada de decisões e exploração ativa, o que promove a compreensão mais profunda. As atividades lúdicas muitas vezes têm regras e desafios que estimulam o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como raciocínio lógico, resolução de problemas, matemática e linguagem, além de ser intrinsecamente motivador, o que significa que as pessoas fazem isso pelo prazer da atividade em si, não apenas por recompensas externas. Isso pode levar a um aprendizado mais duradouro, pois as pessoas estão motivadas a aprender por seu próprio interesse e curiosidade.

Pensando nessa estratégia de melhorar o aprendizado, pretende-se usar *Elementos de Física e Matemática Aplicados na Astronomia*, e dentro dessa perspectiva aproximamos e incorporamos a *Produção e Utilização de Materiais Didáticos em Astronomia* para consolidar como uma proposta de ensino e contribuir na diminuição do índice de reprovação no Ensino Médio nos componentes curriculares

de Física e Matemática, principalmente nas turmas de 1ª série, com objetivo de tentar reduzir o índice de abandono escolar.

O problema que esta pesquisa se propõe a minimizar é a falta de compreensão de conteúdos escolares principalmente por estudantes do primeiro ano do Ensino Médio na área de Matemática e Ciências da Natureza, para que essa potencialização na compreensão possa impactar positivamente nos índices de abandono e evasão escolar, onde os índices de reprovação são mais agravantes. A problemática central que norteia este estudo propõe a seguinte questão: É possível promover o ensino e a aprendizagem de Física e Matemática na 1ª série do Ensino Médio por meio da atividade lúdica "Gincana de Astronomia na Escola" e, assim, diminuir o índice de reprovação nessas disciplinas?

Para responder esta pergunta foi traçado como objetivo geral da pesquisa: Promover a construção de conhecimentos em Física e Matemática, na 1ª série do Ensino Médio, por meio das atividades lúdicas, relacionadas a conteúdos de Astronomia.

Como objetivos específicos, definimos: Apresentar dados do INEP relacionados ao índice de reprovação no Ensino Médio, nos componentes curriculares de Física e Matemática, em nível estadual, relacionados ao índice de reprovação no Ensino Médio nos componentes curriculares de Física e Matemática; Desenvolver atividade lúdica "Gincana de Astronomia na escola", com vistas à promoção de aprendizagens de Física, Matemática, e por conseguinte, Astronomia, no Ensino Médio; Apresentar a Produção e Utilização de Materiais Didáticos em Astronomia enquanto mecanismo de aprendizagem; Produzir, com os estudantes do Ensino Médio, recursos de Astronomia que facilitem o processo de ensino e aprendizagem para compartilhar conhecimento.

Nesta perspectiva, Silva e Moura (2017) no texto "Reprovação Escolar: Discutindo Mitos e Realidades", apresentam alguns dados do INEP publicado no ano de 2007. A pesquisa mostra um retrocesso devido ao crescimento do número de estudantes reprovados que voltou a crescer desde 1998 até 2005, quando atingiu o percentual de 11,5% de estudantes reprovados no Ensino Médio, quase a mesma quantidade que no início da década de 90, onde dados mostraram que 11,6% dos educandos não atingiram o objetivo de avançar de série (Brasil, 2021).

Tem-se como hipótese de um dos motivos geradores da reprovação escolar, a falta de compreensão dos conteúdos explicados pelos professores em sala de aula.

Não se pode descartar que essa falta de compreensão esteja relacionada com a falta de ludicidade e elementos que facilitem o entendimento dos conteúdos escolares. Por fim, esperamos ao término deste trabalho responder estas perguntas e mostrar resultados que venham a colaborar com um ensino interdisciplinar e que o estudante participe ativamente das atividades desenvolvidas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste Capítulo, é apresentado de maneira geral um texto que compõe a revisão da literatura abordando um pouco a respeito das publicações relacionadas ao tema da pesquisa, incluindo as publicações do MPAstro que mais se aproximam do que está sendo desenvolvido. Assim como, o destaque que vem tendo a Astronomia dentro do currículo nacional, após a criação da Base Nacional Comum Curricular-BNCC. Além disso, abordaremos o ensino de Astronomia por meio das atividades lúdicas, mediadoras da aprendizagem de Física e Matemática.

O ensino da Astronomia por meio de conteúdos de Matemática e Física é uma abordagem fascinante que pode enriquecer a compreensão dos estudantes sobre essas disciplinas, de uma forma dinâmica e lúdica. Na revisão da literatura foram encontrados alguns trabalhos acadêmicos que exploram essa abordagem interdisciplinar, a exemplo temos: Kutne (2003) que em seu livro: "Astronomy: A Physical Perspective" oferece uma abordagem completa para o ensino de Astronomia com base em princípios físicos. Ele aborda tópicos da Astronomia usando conceitos de Física e Matemática, tornando-o adequado para estudantes desses componentes curriculares. Esse tipo de abordagem também é realidade em livros didáticos como o livro: Astronomia: ensino fundamental e médio por Nogueira (2009) que apresenta princípios de Astronomia com uma forte ênfase na Matemática e na Física.

Se tratando de publicações nacionais, temos vários livros Se tratando de publicações nacionais, temos vários livros (Conceitos de Astronomia - Roberto Boczko (2022); Projeto brasileiro para o ensino de física - Vol. 1 - O CĒU- Rodolpho Caniato (1985); Visão para o Universo: Uma iniciação a Astronomia- Romildo Póvoa Faria (1994); Eclipses: da superstição à previsão matemática- Ronaldo Rogério de Freitas Mourão (1993); Cometas do mito à ciência- Oscar Matsura (1985) que oferecem percepções sobre como incorporar conceitos de Astronomia no ensino de Matemática e Física, bem como oferecer ao professor abordagens práticas para explorar a interseção entre Astronomia e Educação Matemática.

Além dos livros, existem artigos que discutem como a Astronomia pode ser usada como um meio para promover a interdisciplinaridade no ensino de ciências, bem como explorar atividades práticas que podem ser usadas para ensinar Física e

Astronomia de maneira integrada, como: “A Pesquisa em Ensino de Astronomia para o Ensino Médio” que tem objetivo de analisar e caracterizar a pesquisa em Ensino de Astronomia voltada para o Ensino Médio (Siemsen, 2017), “Astronomia e o Ensino de Matemática: A Interdisciplinaridade para a efetivação de um currículo crítico”, como propor relações interdisciplinares entre as disciplinas de Ciências, Astronomia e Matemática, relacionar o ensino de Matemática por meio dos conteúdos de Astronomia a uma concepção crítica da Educação para o Ensino Fundamental e avaliar essas relações/proposições junto aos estudantes do Ensino Fundamental – 6º ano (Castro, 2022).

O estudo conduzido por Martínez (2011) apresenta uma abordagem sobre a construção e utilização de um conjunto de recursos didáticos voltados aos conceitos de Astronomia, visando facilitar a compreensão desses temas por parte de um grupo de alunos com idades entre 10 e 18 anos. O referido kit propõe a aplicação de jogos, como trunfo e perfil, e sugere técnicas para abordar questões relacionadas à história da ciência e à instrumentação astronômica, fazendo uso de materiais de baixo custo e amplamente disponíveis. No entanto, a proposta carece de clareza quanto à sua implementação em sala de aula para promover a integração dos discentes no processo de ensino.

Alinhada a essa perspectiva, a proposta de Da Silva e Da Silveira (2015) constituiu uma iniciativa consoante, na qual se delineou uma abordagem didática visando a exploração de conceitos astronômicos por meio de métodos inovadores, tais como experimentação problematizadora e utilização de estratégias lúdicas. O propósito fundamental dessa empreitada residia na avaliação das potencialidades inerentes a cada abordagem no contexto da assimilação de conceitos de Física. Notavelmente, a intervenção incluiu análises sobre os modelos Geocêntrico e Heliocêntrico, além de abordagens pertinentes às leis de Kepler. Ademais, foi incorporada uma atividade de cunho lúdico, sob a forma de um jogo de tabuleiro, enriquecendo ainda mais a experiência educativa.

Mas, foi nas publicações do Mestrado Profissional Em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MPAstro) onde encontramos trabalhos relevantes que buscam uma abordagem integradora entre a Astronomia e outros componentes curriculares. O primeiro trabalho analisado consistiu na utilização de um material didático chamado de Kit de Atividades Experimentais (KAE), que se trata de

um material desenvolvido pelo professor juntamente com estudantes de uma escola particular que teve como finalidade a elaboração de um Manual de Atividades Experimentais (MAE) para ensino nas áreas de Astronomia, Física e Matemática, dentro de um contexto interdisciplinar (Carrilho, 2015). O produto é de grande relevância. De fato, existem alguns elementos dentro da proposta que se assemelha com a nossa proposta de Produto Educacional, porém, nossa proposta apresenta outros elementos (como a variação de experimentos e jogos, além da Gincana científica) que pode estar fortalecendo ainda mais o estímulo dos estudantes.

Também, dentre as publicações do MPAstro encontramos um trabalho de pesquisa que visa utilizar a Astronomia como agente motivacional para aprendizado no ensino de Física, estabelecendo uma relação de transversalidade entre a Física e a Astronomia. Para o produto educacional, esse trabalho propôs a criação de material de suporte estruturado na forma de Sequências Didáticas; desenvolvimento do Projeto Ares e culminou com a realização da Feira de Ciências (Santos, 2017).

Também foi encontrado um trabalho interessante que utiliza uma Sequência Didática enquanto estratégia de ensino que pode possibilitar a melhoria de habilidades matemáticas nas aulas de Matemática e Física, contextualizada na Astronomia (Cordeiro, 2017). Voltado para o Ensino de Astronomia encontramos um produto educacional interessante apresentado por Lima (2015) que contempla a análise de um estudo de aplicações, em sala de aula, de estratégias e técnicas de facilitação, que utilizem o software Aladin¹ na formação de conceitos de Astronomia.

No MPAstro, vários outros trabalhos têm sido desenvolvidos, como demonstrado por Matos (2020), Junior (2021) e Carvalho (2018), os quais apresentam propostas que compartilham alguns elementos com este estudo. Contudo, até o momento, não foi identificado um projeto que englobe todos os componentes apresentados aqui, como uma cartilha contendo jogos e experimentos, além de uma gincana científica para a conclusão das atividades.

Durante a revisão da literatura, foram encontradas outras contribuições relevantes. Por exemplo, Paganotti (2023) conduziu um levantamento abordando o

¹ Aladin é um atlas celeste interativo que permite ao usuário visualizar imagens astronômicas digitalizadas ou levantamentos completos, sobrepor entradas de catálogos ou bancos de dados astronômicos e acessar interativamente dados e informações relacionados do banco de dados Simbad, do serviço VizieR e outros arquivos para todos os objetos astronômicos conhecidos em o campo.

uso de tecnologias da informação e comunicação no ensino de Astronomia, enquanto Ferreira (2012) realizou uma análise preliminar do "Banco de Dados de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia". Esses estudos desempenharam um papel crucial ao evidenciar as principais instituições de Ensino Superior no Brasil envolvidas na produção acadêmica relacionada ao ensino de Astronomia.

Não menos significativo, também almejamos compreender a evolução da formação docente ao longo do tempo, como evidenciado no artigo "A formação de professores na educação em Astronomia: uma revisão bibliográfica em periódicos nacionais", de Buffon, Neves e Pereira (2018), apresenta uma revisão bibliográfica abrangente sobre a formação de professores no contexto do ensino de astronomia, focando em periódicos nacionais. O estudo analisa diversas contribuições acadêmicas relacionadas à formação de professores nessa área específica, destacando as principais abordagens, desafios e tendências identificadas na literatura nacional. Esta pesquisa oferece uma percepção valiosa para o desenvolvimento de estratégias eficazes de formação docente em Astronomia, visando aprimorar a qualidade do ensino e promover uma educação mais sólida e atualizada nesse campo do conhecimento.

Pode-se observar que, mediante as investigações empreendidas, conclui-se que, embora haja uma quantidade limitada de artigos disponíveis na esfera da Educação em Astronomia, há um aumento progressivo nas publicações nesse domínio.

2.1 Astronomia no currículo: dos PCN a BNCC

Muito antes da chegada dos colonizadores europeus, os povos originários das terras que hoje formam o Brasil já possuíam um profundo conhecimento astronômico. Diversas culturas indígenas utilizavam a observação dos astros para orientar suas atividades cotidianas, como a agricultura, a caça, a pesca, e até para a organização social e a elaboração de mitologias.

Já os registros históricos do ensino de Astronomia no contexto brasileiro remontam a 1534, época em que a Astrologia constituía parte integrante dos estudos

científicos. Nesse período, os primeiros jesuítas incumbiram-se do ensino, direcionado aos colonos, senhores de engenho, índios e escravos (Souza, 2018). As atividades educativas empreendidas centravam-se primordialmente em leituras de cunho filosófico, teológico e de ciências sagradas, caracterizando-se, assim, por uma abordagem mais literária do que científica. Com o advento dos telescópios no século XVI, as aulas de Astronomia passaram a enfatizar abordagens relacionadas à astronomia de posição, desencadeando novas concepções do método científico e indagações acerca da relação entre os fenômenos celestes e a vida na Terra, o que culminou na obsolescência da astrologia (Ramos e Carvalho, 2020).

Desde os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a Astronomia tem figurado de maneira recorrente e frequente como um conteúdo a ser ministrado nas escolas de Educação Básica, notadamente nas disciplinas de Ciências da Natureza e Física. A elaboração dos currículos pelos estados brasileiros, em consonância com tais parâmetros, tem evidenciado uma maior ênfase em conteúdos astronômicos que abordam a observação do céu, o movimento dos astros, a formação do Sistema Solar e o Universo como um todo (Brasil, 2000).

Com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2019, documento normativo que propõe não apenas uma reestruturação do pensamento pedagógico, mas também políticas de formação docente, avaliação, infraestrutura e outros aspectos educacionais, a Astronomia consolidou-se ainda mais, sendo incorporada como um dos eixos temáticos a serem abordados em todas as séries da Educação Básica, a partir do 1º ano do Ensino Fundamental. Conforme estabelecido pela BNCC, os objetos de conhecimento não se restringem à observação do céu e ao movimento dos astros, mas também contemplam temas como a estrutura e a localização do Sistema Solar no Universo, a relação entre Astronomia e cultura, a possibilidade de vida humana fora da Terra, as grandezas astronômicas e a evolução estelar, demandando uma variedade de habilidades por parte dos estudantes.

É crucial, portanto, não apenas conhecer as diretrizes propostas pela BNCC, mas também compreender como os livros didáticos abordam os conteúdos de Astronomia e de que forma essa abordagem é conduzida. Antes da BNCC, por exemplo, o livro de Física da primeira série do Ensino Médio adotado no Colégio Estadual Aldemiro Vilas Boas era da editora FTD, intitulado "Física Aula por Aula", dos autores Benigno Barreto e Cláudio Xavier, abordando objetos de conhecimento como

as Leis da Gravitação, Leis de Newton e Leis de Kepler, que, a depender da abordagem do professor, poderiam incluir estudos de Astronomia, embora de forma não específica. Já a coleção de 2020 da editora MODERNA, dos autores Sonia Lopes e Sergio Rosso, apresenta uma proposta mais atualizada, introduzindo o tema "Explorando o Universo e a Vida" logo na primeira unidade, acompanhado por subtemas diretamente relacionados aos conhecimentos astronômicos, como a teoria do Big Bang, a Lei de Lemaître e a expansão do Universo, a evolução estelar e o Sistema Solar, entre outros.

Embora esses avanços sejam significativos para a disseminação e aprofundamento dos conhecimentos de Astronomia nas escolas, é importante reconhecer que, além da abordagem dos livros didáticos sobre o tema, é necessário analisar como esses assuntos são tratados. Percebe-se que muitas vezes não há uma estratégia lúdica para facilitar a compreensão dos estudantes. Portanto, há uma convicção de que o produto educacional desenvolvido neste trabalho será de grande relevância para auxiliar os professores no enriquecimento de suas práticas de ensino.

2.1.1 Formação de professores para o ensino de Astronomia

A formação de professores é um pilar essencial para a qualidade do ensino de Astronomia nas escolas. A Astronomia, além de ser uma ciência fascinante, desempenha um papel crucial na ampliação da compreensão dos estudantes sobre o universo e nosso lugar nele. Para que essa disciplina seja ensinada de maneira eficaz, é fundamental que os professores possuam uma formação sólida e específica na área (Carvalho e Queiroz, 2016).

Primeiramente, a Astronomia exige um conhecimento interdisciplinar que engloba Física, Matemática, Química e até História e Filosofia da Ciência. Professores bem-preparados conseguem integrar esses diferentes campos, proporcionando aos discentes uma visão holística e estimulante da matéria. Eles são capazes de esclarecer conceitos complexos e despertar o interesse e a curiosidade científica dos estudantes, elementos essenciais para a formação de futuros cientistas e cidadãos críticos (Guedes, 2014).

Além disso, a formação continuada dos professores em Astronomia permite a atualização constante em relação às novas descobertas e avanços tecnológicos. A ciência está em constante evolução, e um professor atualizado pode trazer para a sala de aula as mais recentes informações, tornando o aprendizado dinâmico e relevante. Essa prática contribui para que os alunos não apenas adquiram conhecimentos teóricos, mas também compreendam a ciência como um processo vivo e em contínuo desenvolvimento (Freitas e Lopes, 2013).

Formação adequada dos professores inclui o desenvolvimento de habilidades pedagógicas específicas para o ensino de Astronomia. Isso envolve o uso de recursos didáticos variados, como observações astronômicas, simulações computacionais e experimentos práticos, que tornam o ensino mais interativo e eficaz. Professores bem formados sabem como engajar os alunos e adaptar suas metodologias às diferentes necessidades para garantir uma educação de qualidade, capaz de inspirar e preparar as novas gerações para os desafios científicos e tecnológicos do futuro (Silva e Langhi, 2020).

O cenário da formação de professores para o ensino de Astronomia enfrenta desafios significativos, incluindo a falta de formação específica durante a graduação e a escassez de materiais didáticos adequados. Muitos professores relatam dificuldades em encontrar recursos que abordem o conteúdo de maneira acessível e interessante para os alunos do ensino fundamental e médio (Dantas, 2012). Além disso, muitos educadores ainda possuem lacunas em conhecimentos astronômicos devido à formação inicial insuficiente e à falta de programas de desenvolvimento profissional focados nessa área. Portanto, é vital que as políticas educacionais priorizem a formação contínua em Astronomia e incentivem a criação e distribuição de recursos pedagógicos de qualidade. Iniciativas como cursos de capacitação, oficinas e o uso de tecnologias educacionais são essenciais para melhorar a qualidade do ensino, e a colaboração entre instituições de ensino e centros de pesquisa pode contribuir para uma formação mais robusta e atualizada.

2.2 Ensino de Astronomia por meio de atividades lúdicas, mediadoras da aprendizagem em Física e Matemática

A produção de jogos, elaboração de pesquisas, desenvolvimento de apresentações (experimentos físicos e matemáticos, lançamento de foguetes, criação de jogos de tabuleiro, trilha do conhecimento...) explorando aspectos da Astronomia, explorando suas potencialidades e avaliando sua utilização em diferentes ambientes de ensino e aprendizagem, permitirá assim, criar metodologias inovadoras e gerar novas abordagens de conteúdos de forma lúdica. A ludicidade, segundo o pesquisador educacional Pedro Demo, refere-se à capacidade de aprender brincando, envolvendo atividades lúdicas que são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo, emocional e social. Demo (2000) enfatiza a importância do jogo e da brincadeira como elementos essenciais no processo educacional, proporcionando um ambiente de aprendizado mais dinâmico e significativo. Além do mais, os estudantes passam a reconhecer estas atividades como uma forma diferenciada de construção de conhecimentos, valorizando a aprendizagem que acontece processualmente, e não apenas o resultado final de vitória ou derrota.

A utilização de materiais lúdicos no meio escolar fará com que o aluno desenvolva a participação durante a aula, a capacidade de trabalhar em equipe para buscar a solução de algo, por exemplo, o jogo ou brincadeira que está sendo desenvolvido no momento. O estudante se sentirá estimulado a buscar conhecimentos, respostas de como resolver o que está sendo proposto, de uma forma dinâmica e descontraída. O discente terá que se esforçar se quiser obter melhores resultados na Gincana científica, isso o levará a estudar e se preparar antes de desenvolver a atividade para que possa alcançar um bom desempenho.

Devem também ser trabalhadas outras questões essenciais para a atividade, e conseqüentemente, para uma boa relação social, desenvolver a colaboração com os demais colegas, assim proporcionando a vitória da equipe, caso a atividade seja em equipe. O uso de recursos lúdicos possibilita aos estudantes desenvolver a capacidade de observar detalhes que poderão ajudá-los durante o jogo/brincadeira ou outras produções. Um fator importante quando se trata do uso de elementos lúdicos é que o professor não deverá utilizá-los sem que estes tenham relação com os conteúdos abordados em sala de aula.

É necessário lembrar que estes elementos devem estar associados a uma intencionalidade educacional, na qual seja utilizado como facilitador da aprendizagem e não como um simples passatempo. Através de jogos e brincadeiras desafiantes, na

qual o conteúdo discutido em sala de aula seja o elemento norteador, os alunos sentirão a necessidade de desenvolver a capacidade de recordar o que foi aprendido, o que é bastante importante para o processo de ensino e aprendizagem. Na associação das produções com a prática pedagógica, terão que ser definidas estratégias em função desta proposta. É preciso deixar bem claro que os jogos, brincadeiras e elementos lúdicos, são formas de auxiliar no assunto a ser abordado pelo professor em função das competências e habilidades as quais se deseja alcançar (Kishimoto, 2011 p. 40).

Os recursos lúdicos, como os jogos, são elementos que devem ser utilizados como uma ferramenta de apoio usado para reforçar os conteúdos aprendidos anteriormente, assim como, eles devem ser a própria ferramenta de aprendizagem.

Apresentaremos inicialmente o pensamento de Fialho (2007) que afirma:

A exploração do aspecto lúdico, pode se tornar uma técnica facilitadora na elaboração de conceitos, no reforço de conteúdos, na sociabilidade entre os alunos, na criatividade e no espírito de competição e cooperação, tornando esse processo transparente, ao ponto que o domínio sobre os objetivos propostos na obra seja assegurado (Fialho, 2007, p. 16).

Ele abre esse espaço para que essas atividades lúdicas também sejam competitivas e ao mesmo tempo pondera passando a responsabilidade ao professor de mediar para que essa face competitiva se restrinja apenas ao jogo e não em todas as atividades escolares.

Costa e Pinho (2008) citam dois pensamentos muito equilibrados com o de Fialho (2007) que é do autor Kenski (2007), em que ele afirma que “A possibilidade de professores e alunos realizarem projetos para a criação de objetos de aprendizagem não deve ser descartada”. Para reforçar a importância da ludicidade, os autores apresentam a visão de Santos (2008), que diz: “A atividade lúdica não é somente um momento de diagnóstico de aprendizagem, mas é, ela mesma, um canal de aprendizagem”. É possível perceber o quanto a ludicidade traz benefícios para o processo de ensino e aprendizagem, fazendo com que o estudante aprenda de maneira leve e prazerosa, pois o jogo tanto é grande aliado da aprendizagem nas práticas escolares como importante aliado para o ensino. De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio:

O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos (Brasil, 2006, p. 28).

Nessa perspectiva, as atividades de conhecimento lúdicas, em especial o jogo didático, é uma alternativa viável que além de contribuir com o aprendizado melhora a relação interpessoal entre estudante professor e vice-versa. Agora o desafio é estruturar essa proposta didática lúdica dentro do que a BNCC propõe. Com a BNCC (Brasil, 2018), implementada desde 2019, a Astronomia consolidou-se ainda mais, sendo agora colocada dentro de um dos eixos temáticos a serem trabalhados em todas as séries da Educação Básica.

Na sua competência específica dois, a BNCC traz:

Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis. Ao reconhecerem que os processos de transformação e evolução permeiam a natureza e ocorrem das moléculas às estrelas em diferentes escalas de tempo, os estudantes têm a oportunidade de elaborar reflexões que situem a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, bem como inteirar-se da evolução histórica dos conceitos e das diferentes interpretações e controvérsias envolvidas nessa construção.

Da mesma forma, entender a vida em sua diversidade de formas e níveis de organização permite aos estudantes atribuir importância à natureza e seus recursos, reconhecendo a imprevisibilidade de fenômenos e os limites das explicações e do próprio conhecimento científico (Brasil, 2020a, recurso online).

Sabe-se que é uma inserção positiva e que a necessidade do ensino de temas de Astronomia desperta grande interesse por parte das crianças e dos jovens. Isso também pode contribuir para a Educação, pois, essa nova realidade terá que se adaptar aos novos desafios que são as limitações dos professores em formação inicial para tratarem sobre esse tema. A própria BNCC propõe-se a pensar em novas estruturas não só para o currículo da Educação Básica, como também para a formação docente, políticas de avaliação, infraestrutura e outros.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, usamos como ponto de referência norteadora a Base Nacional Comum Curricular-BNCC com foco na parte que tange o ensino da Astronomia, especificamente da parte que trata do ensino da Astronomia para a Educação Básica explicitando as competências gerais, competências

específicas e as habilidades que seriam necessárias a todos os jovens do Ensino Médio, o que muda na sala de aula e na formação dos professores.

3 TRILHANDO O MÉTODO

Neste capítulo, delinea-se o desenvolvimento dos estudos conduzidos ao longo da pesquisa, assim como os jogos e experimentos que compõem a estrutura da Gincana científica. São detalhados os procedimentos empregados na concepção e implementação dos jogos, bem como todas as etapas necessárias para a realização efetiva da Gincana.

3.1 Estratégias Metodológicas para Investigação

A metodologia se caracteriza como o ponto do trabalho no qual se expõe as técnicas e instrumentos que serão utilizados para a realização da fase de coleta de dados da pesquisa, bem como para o desenvolvimento e análise dos resultados. Deste modo, ela consiste em uma parte de extrema importância, pois informa ao leitor os passos a serem dados e os procedimentos a serem realizados para a construção da pesquisa, fazendo com que o mesmo, possa ter uma visão geral do trabalho, compreendendo o passo a passo, e podendo caminhar junto com o autor, entendendo o seu raciocínio de forma mais abrangente (Severino, 2014).

Para o desenvolvimento desta pesquisa, inicialmente, pensou-se em vários problemas presentes na comunidade escolar e em formas de ajudar a diminuí-los. Através da análise de dados do INEP sobre reprovação escolar, a primeira percepção foi de que os problemas estão presentes nas escolas municipais e estaduais do nosso país, entretanto, seria necessário escolher apenas uma das esferas. Foi escolhida a esfera estadual por ser a esfera em que atuo como professor e que na própria escola que trabalho tem apresentado um alto índice de evasão e reprovação. Com base na experiência do autor devido o tempo de atuação na sala de aula e em conversas informais com professores da área, percebe-se que alguns estudantes não conseguem entender de forma satisfatória os conteúdos discutidos na classe de Física e Matemática.

Daí surgiu a ideia de desenvolver uma proposta que buscasse atender essa necessidade, uma proposta de atividade que colocasse o estudante como sujeito ativo no processo de construção do conhecimento para que ele se sentisse parte dessa construção e do processo e não apenas mero coadjuvante. A ideia é que a utilização destas novas metodologias possa provocar os estudantes, estimular a autoconfiança e levá-los a acreditar que podem e são capazes de compreender e interagir dentro do componente de Física, Matemática e qualquer outro.

Este trabalho se apresenta como uma pesquisa de abordagem qualitativa já que visa uma análise de problemas sociais e procura propor mecanismos que contribuam com a melhoria do ensino, especialmente no quesito de reduzir a evasão escolar e o número de reprovação.

Sobre a pesquisa qualitativa Bauer, Gaskell e Allum (2008), ressaltam:

[...] as investigações com enfoque qualitativo possibilitam a interpretação da complexidade de um determinado fenômeno social. As atividades sociais não podem ser atreladas a qualquer percentual sem qualquer distinção. O pesquisador que recorre à abordagem qualitativa torna-se capaz de ver mediante os olhos daqueles que estão sendo investigados. Portanto, é preciso “compreender as interpretações que os atores sociais possuem do mundo, pois são estes que motivam o comportamento que cria o próprio mundo social (Bauer et al., 2008, p. 32-33) *apud* Souza et al., p. 31)

Os autores falam da importância da abordagem qualitativa para o marco das ciências sociais em meio a equiparação entre as pesquisas sociais e metodologia quantitativa. Neste trabalho é utilizado como procedimento de coleta de dados a pesquisa bibliográfica que se baseia em alguns artigos: um, sobre reprovação escolar de Silva e Moura (2017), intitulado “Reprovação Escolar: Discutindo Mitos e Realidades”, e outro, de Costa e Pinho (2008) referente à ludicidade “A Importância e a Contribuição do Lúdico no Processo Educacional”, e um, de Miranda, Gonzaga, Costa, Freitas e Côrtes (2016), com o título, “Jogos didáticos para o ensino de Astronomia no Ensino Fundamental”, apesar de trazer em seu título “Ensino de Astronomia no Ensino Fundamental”, apresenta contribuições para o Ensino de Astronomia que podem ser adotada, independentemente do nível de ensino.

O foco do desenvolvimento deste trabalho é a produção de jogos, elaboração de pesquisas, desenvolvimento de apresentações (experimentos físicos e matemáticos, lançamento de foguetes, criação de jogos de tabuleiro, trilha do conhecimento, etc.) que abordem aspectos da Astronomia e que contribuam para a melhor compreensão

de objetos do conhecimento da Área da Matemática e suas Tecnologias e Ciências da Natureza (Física). Segundo Almeida (1974), os jogos didáticos proporcionam diversos benefícios, evidenciando-se principalmente o desenvolvimento psicossocial. Os jogos didáticos não apenas aprimoram habilidades mentais como memória, atenção, observação, raciocínio e criatividade, mas também promovem a aquisição de hábitos e virtudes morais, como lealdade e bondade. Além disso, esses jogos incentivam o companheirismo, desenvolvem o espírito de cooperação, o senso social e a democratização, proporcionando um desenvolvimento psicossocial completo. A execução do produto educacional foi efetuada por meio da realização da Gincana de Astronomia na instituição escolar, durante os dias 22 e 23 de novembro de 2023, contando com a participação de um total de 33 discentes, sendo uma turma correspondente ao primeiro ano do Ensino Médio. Mas, para que a execução acontecesse nas datas supracitadas, tivemos uma longa jornada que começou em fevereiro de 2023 com estudos de temáticas e criação de jogos e experimentos que foram apresentados na Gincana de Astronomia na Escola.

Dentre os artefatos didáticos confeccionados para este propósito, destacam-se: um jogo de memória, dois jogos de dominó, duas trilhas do conhecimento, um experimento com a cicloide, um jogo de tabuleiro e um experimento de lançamento de projétil utilizando uma catapulta. Ademais, foram elaborados foguetes, englobando tanto aqueles propulsionados por uma mistura de bicarbonato de sódio e vinagre quanto os que utilizam álcool como combustível. Os lançamentos desses artefatos foram meticulosamente registrados com vistas à sua participação na Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG)².

Essa mostra de foguete é uma atividade paralela à Olimpíada de Astronomia e Astronáutica (OBA)³.

² A Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) é uma olimpíada inteiramente experimental, pois consiste em construir e lançar, obliquamente, foguetes, a partir de uma base de lançamento, o mais distante possível. Foguetes e bases de lançamentos devem ser construídos por alunos individualmente ou em equipes de até três componentes (Brasil, 2023, recurso online).

³ A OBA é realizada anualmente pela Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB) entre alunos de todos os anos do ensino fundamental e médio em todo território nacional e no exterior desde que por escolas de língua portuguesa. A OBA tem por objetivos fomentar o interesse dos jovens pela Astronomia, Astronáutica e ciências afins, promover a difusão dos conhecimentos básicos de uma forma lúdica e cooperativa, mobilizando num mutirão nacional, além dos alunos, seus professores, coordenadores pedagógicos, diretores, pais e escolas, planetários, observatórios municipais e particulares, espaços, centros e museus de ciências,

A adesão da escola à participação de seus discentes na OBA implica automaticamente o registro destes na MOBFOG, embora a execução de ambas as atividades permaneça facultativa. Esta concepção de empregar um enfoque inovador para enriquecer o processo de ensino está intimamente relacionada à elaboração de instrumentos pedagógicos diversos, destinados a instigar nos estudantes o desejo intrínseco de aprender e criar. Este impulso motivacional, por sua vez, contribui significativamente para a manutenção do interesse dos alunos em frequentar a instituição educacional. Surge, então, a proposição de combinar a disciplina de Astronomia com os princípios fundamentais das disciplinas de Matemática e Física, mediante a realização de atividades concretas, sejam elas lúdicas ou experimentais. Tais atividades objetivam permitir que os discentes identifiquem a interconexão entre os conceitos teóricos e sua aplicação prática, proporcionando-lhes uma compreensão mais profunda e contextualizada do conteúdo abordado.

Vários autores como: Piaget (1978), Papert (1990), Paul Gee (2008) e Vygotsky (1984) destacam a importância do uso de jogos como um elemento contribuinte no processo de ensino e aprendizagem. Além disso, esses estudos frequentemente referenciam outros autores que discorreram sobre a significativa influência dos jogos no desenvolvimento cognitivo de um indivíduo, dentre esses, Kishimoto (1995, p.39), o qual diz que: “Aristóteles faz menção ao uso de jogos com a finalidade de preparar o indivíduo para a vida adulta e Platão comenta a importância de se aprender brincando”.

Nessa perspectiva, sentimos a necessidade de criar um produto educacional que possa ser explorado pelos professores de Matemática e de Física como recurso alternativo, que apresenta uma proposta diferenciada, com uma abordagem interdisciplinar, suscitando um aprendizado prazeroso e significativo destes componentes curriculares e ao mesmo tempo da Astronomia. E para promover esse aprendizado significativo nesse ambiente lúdico, construímos um Produto Educacional no formato de uma Cartilha, com jogos e experimentos, intitulada *Praticando e Aprendendo Astronomia com Ludicidade e Interdisciplinaridade* (Ribeiro e Carvalho, 2024). A escolha da cartilha justifica-se por sua facilidade de acesso e uso, permitindo que professores possam utilizá-la de maneira autônoma e em diversos

associações e clubes de Astronomia, astrônomos profissionais e amadores, e instituições voltadas às atividades aeroespaciais (Brasil, 2023, recurso online).

contextos pedagógicos. Além disso, a cartilha oferece uma estrutura didática clara e sequencial, facilitando a organização dos conteúdos e o planejamento das atividades. A integração de jogos e experimentos torna o ensino mais envolvente e motivador, incentivando a participação ativa dos alunos e promovendo um aprendizado mais significativo. A flexibilidade do formato permite adaptações para diferentes níveis de conhecimento e estilos de aprendizado, promovendo inclusão e diversidade. Ademais, a interdisciplinaridade presente na cartilha estimula uma visão holística do conhecimento, conectando a Astronomia a outras disciplinas como Matemática e Física. Essas características fazem da cartilha uma ferramenta eficaz para alcançar nossos objetivos educacionais, proporcionando aos professores um recurso valioso para enriquecer suas práticas pedagógicas e contribuir para a melhoria do aprendizado dos alunos do Ensino Médio.

Os jogos e experimentos poderão ser usados nas aulas de Matemática e de Física para uma abordagem interdisciplinar, onde cada jogo e experimento aborda, de forma lúdica, objetos do conhecimento dos componentes de Física e Matemática relacionados com a Astronomia. Na Matemática – Operações com números racionais, plano cartesiano, equação do segundo grau; e na Física - Leis de Kepler, Heliocentrismo, Geocentrismo, lançamento de projéteis, óptica, e as Leis de Newton, estrutura e a localização do Sistema Solar no Universo, a relação entre Astronomia e cultura, a possibilidade de vida humana fora da Terra, as grandezas astronômicas e a evolução estelar.

3. 2 Etapas da Gincana de Astronomia na Escola

O desenvolvimento do Produto Educacional passou por algumas etapas que foram fundamentais para a compreensão e execução das atividades propostas para a Gincana, aqui temos as etapas desenvolvidas:

Etapa 1 - Elaboração do Guia de Gincanas Astronômicas para Professores em formato de E-Book

O Guia de Gincanas Astronômicas para Professores em formato de E-Book (ver Ribeiro e Carvalho (2024b)) é um documento da concepção da Gincana, que contém todas as características de um jogo, desde informações básicas de premissa, conceitos, passando por regras e espaço de cada uma das tarefas, informações mais detalhadas como o regulamento. O conceito da Gincana de Astronomia na Escola envolve: objetivos, descrição resumida, público-alvo, narrativa e regulamento com principais regras.

O Guia de Gincanas Astronômicas para Professores foi elaborado com a definição dos conceitos da Astronomia que foram aplicados na Gincana. São definidos os objetivos que se deseja alcançar com as atividades. Sendo que nosso principal Produto Educacional é uma Cartilha (Ribeiro e Carvalho (2024a) com experimentos e diversos jogos educativos que explorem conceitos da Matemática e da Física, usando aspectos da Astronomia. Esta Cartilha, contém vários jogos e experimentos de criação cooperativa com participação dos estudantes com indicação de recursos necessários para reprodução, objetos do conhecimento que podem ser relacionados, além de todas as regras e instruções de uso. Com isso vale ressaltar que existe um objetivo principal a ser alcançado, mas também existem diferentes objetivos para cada tipo de experimento desenvolvido.

Etapa 2 - Elaboração das atividades a serem desenvolvidas na Gincana de Astronomia na Escola

Nesta etapa, que compreende o período de fevereiro a novembro, foram elaboradas todas as atividades para serem utilizadas na Gincana de Astronomia na Escola. Cada atividade trouxe uma abordagem ou explorar um conceito da Astronomia para que através dessa atividade os estudantes pudessem perceber a relação entre a Matemática, a Física e a Astronomia. Para o desenvolvimento das atividades também foi utilizado como base a biblioteca online da UEFS, na área de produtos educacionais desenvolvidos em turmas anteriores do Programa de Mestrado em Astronomia, pois estar em contato com estes materiais foi uma forma de conhecer os

riquíssimos trabalhos que já foram desenvolvidos nessa linha de pesquisa, e se inspirar no que foi desenvolvido e propor algo distinto.

As atividades que fizeram parte da proposta da Gincana científica e estão presentes também na Cartilha, são: Construção e lançamento de foguete; A relação do problema da Braquistócrona com a Astronomia e sua utilização nas aulas de Física como recurso interdisciplinar; Lançamento de foguete horizontal guiado para calcular deslocamento e velocidade; O uso do Plano Cartesiano atrelado aos conceitos de Astronomia nas aulas de Matemática; As Leis de Kepler na aula de Física por meio de um jogo de Trilha; Explorando os conhecimentos dos astros por meio de um Dominó; Aprendendo sobre os astros e se divertindo com o jogo da memória; Dominó da óptica; Leis de Newton na prática (Trinca de Newton); Uma Exploração Científica do Big Bang: Origem e Evolução do Universo Por Meio de Um Jogo de Trilha; Gincana.

Etapa 3 - Realização das atividades da Gincana de Astronomia na Escola

Nesta etapa, a Gincana de Astronomia na Escola foi realizada, com base no que foi descrito no Guia de Gincanas Astronômicas para Professores, elaborado para organizar e sequenciar as atividades da gincana (Apêndice 3). Foi o momento onde as atividades foram realizadas, as regras puderam ser concretizadas e o regulamento pode ser cumprido.

Desde o início do primeiro trimestre do ano de 2023, os estudantes começaram a ser preparados para a elaboração das atividades a serem desenvolvidas na Gincana em Astronomia na escola. O primeiro momento foi de apenas sondagem nas primeiras semanas de aula, período em que se tem um diagnóstico dos estudantes da primeira série do Ensino Médio e se tem uma noção do nível das turmas. Esses conhecimentos foram importantes para nortear o professor no planejamento das atividades que foram desenvolvidas durante a construção de experimentos e jogos para a Gincana.

Para o desenvolvimento da Gincana em Astronomia na escola o professor fez o sorteio de pequenos grupos de estudantes e os grupos foram preparados seguindo

as etapas que nortearam estudo de caso sobre cada objeto do conhecimento envolvido.

O estudo de caso é apresentado como uma abordagem de ensino por Spricigo (2014):

O estudo de caso envolve a abordagem de conteúdo por intermédio do estudo de situações de contexto real, as quais são denominados “casos”. Pressupõe a participação ativa do estudante na resolução de questões relativas ao caso, normalmente em um ambiente colaborativo com seus pares. Apesar de poder ser resolvido individualmente, uma das maiores riquezas dessa abordagem de ensino é a interação pedagógica que promove mudanças significativas na sala de aula. Trata-se de uma abordagem ativa e colaborativa, que promove o desenvolvimento da autonomia e da metacognição, quando conduzido de forma apropriada (Spricigo, 2014, p.1)

Foi usada dessa metodologia ativa para formar uma base consistente que fortalecesse ainda mais a proposta do projeto. Um passo importante foi concluir todas as etapas do estudo de caso, que foram feitas em pequenos grupos, depois foram diluídas as equipes para a formação de grupos maiores de estudantes para dar início de fato a Gincana. Depois de tudo desenvolvido e explicado deu-se início a realização das atividades da Gincana de Astronomia na Escola como estava previsto, ocorreu no final do segundo semestre de 2023, no Colégio Estadual Aldemiro Vilas Boas com uma turma de 33 estudantes da 1ª Série do Novo Ensino Médio. A Gincana aconteceu entre as equipes formadas com estudantes de uma turma de primeiro ano dividida em diferentes grupos para assim promover uma maior integração e maior troca de conhecimentos. As equipes jogaram entre si de forma igual, sendo que algumas atividades foram pontuadas por ordem de execução, outras por tempo de conclusão, e outras por qualidade na execução.

Todas as atividades desenvolvidas fazem parte da Cartilha (Ribeiro e Carvalho, 2024a) que contém todas as regras de cada atividade composta na Gincana, além disso, contém todas as orientações necessárias para as equipes.

3. 3 Atividades realizadas

Diante da proposta de melhorar os índices de aprovação e permanência, e minimizar a falta de compreensão de conteúdos escolares, principalmente por estudantes da primeira série do Ensino Médio, na área de Matemática e Ciências da

Natureza, desenvolvemos esta pesquisa. O Produto Educacional gerado neste trabalho é uma Cartilha com diversos jogos e experimentos educativos que exploram conceitos de Matemática e Física usando aspectos da Astronomia. Vale destacar a participação dos estudantes na construção dos jogos e experimentos, sendo que a proposta já teve suas primeiras atividades iniciadas no primeiro semestre de 2023 que culminou no segundo semestre com a Gincana científica.

3.3.1 A Astronomia e os aspectos físicos e matemáticos envolvidos na construção de foguete

A proposta desenvolvida visa promover uma dinâmica que favorece a construção das habilidades delineadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em Física, o objetivo é elaborar explicações, previsões e cálculos relacionados aos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo, baseando-se na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, como softwares de simulação e realidade virtual (EM13CNT204). Em Matemática, o enfoque está em resolver e elaborar problemas cujos modelos são funções polinomiais de 1º e 2º grau, em diversos contextos, utilizando ou não tecnologias digitais (EM13MAT302), (Brasil, 2018). Esta abordagem interdisciplinar visa não apenas a construção de conhecimentos específicos, mas também a aplicação prática desses conhecimentos, fortalecendo a compreensão e a conexão dos estudantes com os conteúdos abordados.

Iniciamos a proposta de atividade, fazendo alguns questionamentos oral aos estudantes para ter um parâmetro sobre algumas questões relevantes, as perguntas foram as seguintes: Qual o componente curricular que você tem menos afinidade? Qual o seu interesse pelas aulas de Física e Matemática? Como você tem mais facilidade de aprender? Como você gostaria que fossem essas aulas? Esses questionamentos foram feitos por meio de um papo introdutório, sem a necessidade de anotar as respostas. Após esse momento foi explicado aos estudantes a proposta do projeto e seus objetivos para que eles também se sentissem motivados a participar. A partir daí foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

(ver anexo 1) para que eles pudessem levar e trazer assinado pelos seus representantes legais.

Para não começar de forma aleatória, as turmas envolvidas foram divididas em pequenos grupos e começamos com um estudo de caso, por ser uma abordagem de ensino baseada em situações de contexto real onde nele foi inserido questões que deveriam ser respondidas pelos estudantes e que a partir dessas perguntas além de responder eles teriam que formular outras perguntas, pois isso fazia parte dos objetivos de aprendizagem que se pretendia desenvolver com a atividade. Para chegarmos até a construção e lançamento do foguete tivemos alguns encontros com roda de conversa a respeito da história, os conceitos de Matemática e de Física envolvidos, leitura de artigos, sessão de filme etc.

No estudo de caso sobre os foguetes, no primeiro momento foi passado para os estudantes um pequeno texto da história do foguete e abaixo do texto duas perguntas que deveriam ser respondidas por meio da leitura de um pequeno artigo “Os foguetes, história e desenvolvimento”⁴, (Porto, 2010) e duas que eles deveriam pesquisar as respostas em outras fontes (livros, revistas, internet...) e que elaborassem duas perguntas a partir da leitura adicional para que pudéssemos debater em uma roda de conversa na sala de aula e assim foi feito, foi muito proveitoso. No segundo momento assistimos o filme: “O céu de outubro”, onde no final responderam algumas questões sobre o mesmo e complementamos a discussão socializando as respostas que cada um deu para as questões (ver apêndice 1). A cada encontro foi direcionado perguntas diferentes até chegar o momento da prática que foi a construção do foguete. Este experimento provocou os estudantes a confeccionarem foguetes movidos por meio da reação química ocorrida com a mistura do vinagre com bicarbonato de sódio utilizando garrafas pets. Com a orientação do professor confeccionaram e testaram seus foguetes para os lançamentos oficiais da competição nacional.

Esta atividade, como mostrado na Figura 1, também foi parte integrante das atividades preparatórias para a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica de 2023. A confecção dos foguetes envolveu não apenas conhecimentos de Física, mas também conhecimentos matemáticos como medidas de comprimento e capacidade, bem como ângulos, entre outros. Do ponto de vista matemático, observam-se aspectos importantes que podem ser explorados a partir da construção desse tipo de

⁴ <https://n9.cl/ceasr>

foguete. Esta construção serve e contribui para a solução de problemas, estimulando o raciocínio lógico matemático, as conexões matemáticas, a geometria, e a estimativa. Além disso, o trabalho procurou desenvolver habilidades do processo científico como observação, comunicação, medida e coleta de dados, inferência e previsão.

Figura1 Construção dos foguetes de acordo com o regulamento da OBA



Fonte: Produzida pelo autor, 2023.

Uma vez que todos já estavam inscritos na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica-OBA e automaticamente na Mostra Brasileira de Foguetes – MOBFOG, os foguetes foram construídos, todos de acordo com o regulamento da olimpíada para que eles pudessem concorrer à medalha de ouro, prata ou bronze e tivessem mais essa motivação.

Figura 2- Medalhistas da OBA 2023.



Fonte: Produzida pelo autor, 2023.

Poucos estudantes tiveram dificuldade para construir o foguete, e além do mais, no geral o resultado foi muito positivo e entrou para história da nossa escola o número de participantes na OBA 2023 (229 participantes) com a conquista de uma medalha de bronze (ver Figura 2) e uma estudante convidada para participar das seletivas internacionais.

Em 2024 houve mais uma quebra de recorde, onde dos 308 estudantes inscritos, 251 realizaram as provas, sendo que mais uma vez temos uma candidata com a medalha de bronze garantida, e mais uma satisfação é que as duas medalhas de bronze conquistadas em 2023 e 2024 e uma de prata conquistada em 2021, todas foram conquistadas por meninas.

Figura 3- Lançamento de Foguete.



Fonte: Produzida pelo autor, 2023.

Na MOBFOG 2023 batemos mais um recorde com a participação de 100 estudantes, e para completar o recorde, 80% dos foguetes que foram lançados superou com muita facilidade o maior alcance que os foguetes alcançaram em 2022, sendo que a maioria deles dobraram ou triplicaram a distância do valor de referência, inclusive na Figura 3 mostra um dos lançamentos em que o foguete atravessou toda extensão do campo de futebol. Com esses resultados positivos três equipes da escola foram convidadas para participar da jornada de foguetes no Rio de Janeiro.

Em 2024 batemos o recorde de 2023, com 170 participantes, sendo que mais de 50% dos lançamentos superaram a maior distância alcançada em 2023 que foi de 97 metros. Este experimento constitui-se de um foguete de garrafa pet, uma base de cano PVC, o combustível que fez com que o foguete voasse foi a reação química ocorrida com a mistura do vinagre com bicarbonato de sódio. Durante o lançamento

do foguete os estudantes tiveram a oportunidade não apenas de lançar o foguete, mas de analisar em sua prática a aplicação da 3ª Lei de Newton.

3.3.2 A relação do problema da Braquistócrona com a Astronomia e sua utilização nas aulas de Física como recurso interdisciplinar.

A iniciativa apresentada oferece uma alternativa que visa promover uma dinâmica que favoreça a construção das habilidades delineadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em Física, o enfoque é resolver e elaborar problemas envolvendo grandezas determinadas pela razão ou pelo produto de outras, como velocidade (EM13MAT314), além de elaborar explicações, previsões e cálculos sobre os movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo, com base na análise das interações gravitacionais (EM13CNT204). Em Matemática, a proposta inclui a aplicação de relações métricas, como as leis do seno e do cosseno, ou as noções de congruência e semelhança, para resolver e elaborar problemas que envolvem triângulos em diversos contextos (EM13MAT308). Este experimento visa explorar a relação do problema da Braquistócrona com a Astronomia e sua aplicação nas aulas de Física como um recurso interdisciplinar, enriquecendo a compreensão dos estudantes sobre os conceitos abordados e a conexão entre as disciplinas.

A idealização desse experimento surgiu na aula do Componente: Desenvolvimento e Produção de Material Didático (AST 304) quando o Professor Dr. Marildo Geraldete Pereira nos colocou frente ao estudo e práticas de vários experimentos que podem ser desenvolvidas com nossos estudantes as aulas e em uma dessas atividades ele solicitou que eu realizasse esse experimento e, no entanto a atividade ganhou um novo sentido quando nela foi encontrada a possibilidade de contextualização prática nas turmas em que eu trabalhava na 1ª Série do Ensino Médio. Foi realizado o experimento da curva da braquistócrona, que é uma curva matemática que representa o caminho mais rápido entre dois pontos, levando em consideração apenas a influência da gravidade.

A braquistócrona tem aplicações significativas em problemas de otimização, particularmente na determinação da trajetória de um objeto sujeito unicamente à ação da gravidade para percorrer dois pontos em um tempo mínimo. Além disso, essa curva

está intimamente relacionada com o princípio de Fermat na ótica, que estabelece que a luz segue o caminho que requer o menor tempo entre dois pontos.

Enquanto a Astronomia estuda os corpos celestes, suas órbitas e fenômenos cósmicos, a curva da braquistócrona não possui uma aplicação direta nesse campo. No entanto, conceitos matemáticos e princípios óticos, como o princípio da mínima ação, que está relacionado à braquistócrona, podem ser utilizados em diversas áreas científicas, incluindo a Astronomia, para entender e modelar fenômenos físicos complexos.

A cicloide, uma curva matemática descrita pelo movimento de um ponto em uma circunferência que rola ao longo de uma reta, tem uma relação interessante com a Astronomia. A primeira pessoa a estudar a cicloide de forma sistemática foi o matemático e físico francês Pierre de Fermat, no século XVII⁵. A relação da cicloide com a astronomia está relacionada à teoria do movimento dos corpos celestes e à descrição de órbitas. Isaac Newton, em seu trabalho revolucionário "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica" (Princípios Matemáticos da Filosofia Natural), publicado em 1687, utilizou a cicloide como um exemplo de uma curva que poderia descrever a trajetória de um objeto em queda livre sob a influência da gravidade (Mol, 2013).

Embora a cicloide não represente uma órbita celeste precisa, ela é relevante para o estudo de trajetórias e movimentos relacionados à gravidade. Além disso, a cicloide também desempenha um papel em outras áreas da física e engenharia, como a mecânica dos fluidos e a construção de rodas e engrenagens. Em resumo, a cicloide não é uma curva específica para descrever órbitas celestes, mas sua relação com a física do movimento e a descrição de trajetórias influenciou o desenvolvimento do entendimento da mecânica dos corpos celestes, incluindo a Astronomia.

Nas usinas hidroelétricas as cicloides são utilizadas para escoar água das represas quando atingem o nível máximo de capacidade, e por meio delas o escoamento é realizado em menos tempo possível, consequência da propriedade da braquistócrona (Vega e Sassine, 2011). Sendo assim, é possível notar o quanto a

⁵ Pierre de Fermat (1601-1665) foi um matemático francês autodidata, conhecido por suas contribuições em geometria analítica, teoria dos números, teoria das probabilidades e cálculo. Destacou-se pelo "Último Teorema de Fermat" e sua colaboração com Blaise Pascal na teoria das probabilidades. Sua obra influenciou profundamente a matemática, apesar de muitas de suas descobertas terem sido publicadas postumamente (Araújo, 2008).

cicloide se apresenta como uma possível solução para diversos campos, como: Física de Partículas, Biologia, Matemática, Física, Tecnologia da Informação e outros campos da Ciências Exatas. Considera-se então, que a abordagem do problema da braquistócrona no Ensino Médio é bastante pertinente.

Uma proposta interdisciplinar no Ensino Médio do que foi abordado anteriormente, vimos que a cicloide apresenta várias propriedades interessantes cuja demonstração matemática foge do nível do ensino médio, entretanto pode-se explorar suas propriedades independentemente do nível em consideração. É possível trabalhar com alunos do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio unindo conceitos de Física, Matemática e História, com as curvas apresentadas neste trabalho.

A atividade desenvolvida foi uma sequência didática (ver apêndice 4), onde no primeiro momento o professor explicou a proposta de trabalho para os alunos, as orientações para execução desta atividade, a explicação sobre o problema da braquistócrona que é um problema antigo que já foi um dos problemas mais cobijado e gerou várias disputas na comunidade matemática. Joahnn Bernoulli chegou mesmo a chamar-lhe “curva fatídica do século XVII”. Que iremos utilizar o problema para o cálculo da velocidade de um corpo em queda livre sobre a influência da gravidade.

Foi explicado que a relação da cicloide com a Astronomia está relacionada à teoria do movimento dos corpos celestes e à descrição de órbitas. Isaac Newton utilizou a cicloide como um exemplo de uma curva que poderia descrever a trajetória de um objeto em queda livre sob a influência da gravidade.

Figura 4- Montagem das torres A e B que servira de suporte para as trajetórias.



Fonte: Produzida pelo autor, 2023.

A turma foi dividida em quatro grupos, depois foram sorteados quatro temas de possíveis trajetórias que a partícula iria fazer sob a influência da gravidade (reta, arco de circunferência, hipérbole e cicloide) do ponto A ao ponto B. Foi solicitado que os estudantes pesquisassem sobre a história de cada uma das trajetórias, área de aplicação de cada uma delas, qual o princípio matemático de cada uma. Foi solicitado que cada equipe construísse uma trajetória correspondente ao tema para posicionar da torre A para a torre B. Foi disponibilizada uma folha de isopor para que cada grupo preparasse sua curva para colocarmos nas torres (ver Figura 4).

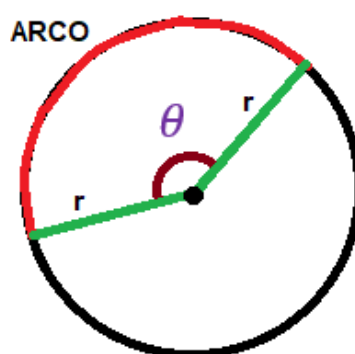
Para as equipes construírem as trajetórias solicitadas precisaram de conhecimentos matemáticos que contribuíssem para que as medidas de comprimento de cada pista fossem compatíveis as distâncias entre as torres, e para isso utilizaram os seguintes cálculos:

A equipe que desenvolveu a pista no formato de uma reta não precisou realizar o cálculo matemático que exigisse fórmulas, apenas uma régua foi o suficiente para fazer a medida no isopor e dar seguimento a realização da tarefa.

A equipe que desenvolveu a pista no formato de um arco de circunferência, como mostra a Figura 4, utilizou a fórmula dada na equação (1):

$$C_A = \frac{2 \cdot \pi \cdot r \cdot \theta}{360^\circ} \quad (1)$$

Figura 5 Ilustração da circunferência e os componentes necessários para calcular o comprimento do arco.



Fonte: Produzida pelo autor, 2024.

Em que r é o raio da circunferência, θ é o ângulo central em graus correspondente ao arco que você está medindo. O grupo que iria desenvolver a trajetória na forma de uma hipérbole precisou estudar com o auxílio de uma apostila, os parâmetros essenciais da curva, incluindo as coordenadas do centro, os comprimentos dos eixos e a orientação. Também precisaram de ferramentas de desenho como régua, compasso e lápis, e também tiveram a oportunidade de conhecer a equação (2), que é a equação geral da hipérbole com centro na origem:

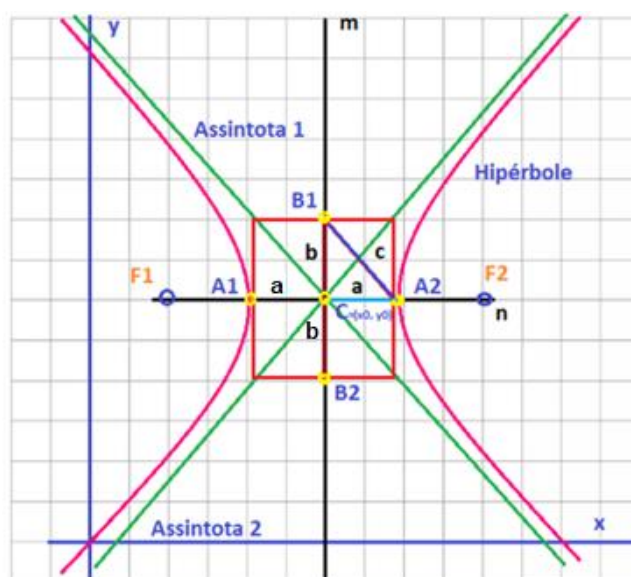
$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (2)$$

em que a é o semieixo maior e b é o semieixo menor, conforme podemos visualizar na Figura 6. A equação (3) considera o centro fora da origem:

$$\frac{(x-x_0)^2}{a^2} - \frac{(y-y_0)^2}{b^2} = 1 \quad (3)$$

em que (x_0, y_0) são as coordenadas do centro da hipérbole, a é a distância do centro aos vértices ao longo do eixo real, logo $2a$ é a medida do eixo real (dA_1A_2), $2b$: medida do eixo imaginário (dB_1B_2)

Figura 6- Representação do esquema de hipérbole desenvolvido



Fonte: Produzida pelo autor, 2024.

Com todo esse conhecimento e os materiais em mãos, os estudantes utilizaram uma régua para definir os eixos principais da hipérbole dois eixos perpendiculares, representando os eixos m e n ; em seguida escolheram um ponto no meio do papel para ser o centro da hipérbole. Outro passo importante foi o vértice da hipérbole e para isso encontraram a distância do centro aos vértices da hipérbole representada pelos parâmetros $2a$ da Figura 6. Para isso, usaram uma régua, marcaram pontos em ambos os eixos fixando-o a uma distância “ a ” do centro ao longo dos eixos m e n , respectivamente; em seguida desenharam as assíntotas, que são as linhas retas que a curva da hipérbole se aproxima à medida que se estende ao infinito. Assim, as assíntotas foram desenhadas passando pelo centro e se estendendo para fora a partir deste ponto; por fim, utilizando a régua, desenharam uma curva suave passando pelos pontos marcados nos eixos m e n , garantindo que a curva ficasse uma forma simétrica em relação ao centro como mostra a Figura 6.

O grupo que ficou responsável por desenvolver a trajetória da cicloide, assim como os outros, tiveram acesso a todos os conhecimentos sobre a construção da cicloide, mas por se tratar de 1ª Série do Ensino Médio não nos aprofundamos nos cálculos, então resolvemos com aplicações matemáticas simples:

$$C = 2 \cdot \pi \cdot r \quad (4)$$

A equipe construiu um círculo de raio 8 cm e fixaram uma caneta na borda do círculo, assim apoiaram uma régua sobre uma folha de isopor para definir uma linha reta e em seguida apoiaram o disco de isopor de raio 8 cm fazendo com que ele role sobre a régua e ao mesmo tempo a ponta da caneta fixada traçasse a cicloide na folha de isopor, veja o exemplo no esquema da Figura 7.

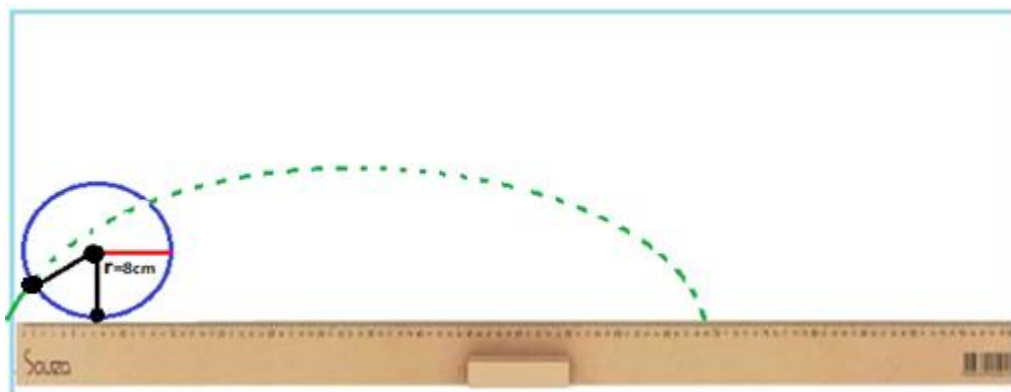
Apesar de não termos usados as equações, todas as aplicações matemáticas que dá origem as equações paramétricas da cicloide foram apresentadas, e comentamos como podemos usar no dia a dia. As equações paramétricas da cicloide são dadas por:

$$x = r(\theta - \text{sen}\theta) \quad (5)$$

$$y = r(1 - \text{cos}\theta) \quad (6)$$

em que r é o raio da circunferência que rola, θ é o parâmetro que varia ao longo do tempo, sempre medida em radianos.

Figura 7- Representação do esquema de cicloide desenvolvido



Fonte: Produzida pelo autor, 2024.

Em outra etapa da construção do trabalho, as equipes usaram papel duplex para forrar e deixar a trajetória com o mínimo de atrito possível. As equipes usaram a criatividade e cuidado durante a forragem da curva para que durante o processo de rolagem dos gudes o atrito não viesse a comprometer o movimento. Após a construção cada equipe apresentou seu tema e os princípios matemáticos envolvidos.

Figura 8 Estudantes construindo as curvas em estudo, (reta, arco de circunferência, hipérbole e cicloide).



Fonte: Produzida pelo autor, 2023.

Durante a construção das trajetórias (ver Figura 8) foi perceptível o quanto os estudantes se envolveram e se dedicaram no processo.

Figura 9- Estudantes forrando as curvas em estudo e calculando a velocidade.



Fonte: Produzida pelo autor, 2023.

Por fim, o teste da partícula se deu em cada uma das trajetórias, todas ao mesmo tempo. Após o teste coletivo foi calculado a distância de cada trajetória e o tempo que a partícula leva para atravessar cada uma de A até B. Após terem feito os experimentos conforme mostra a Figura 9, executaram o passo seguinte que foi o cálculo da velocidade escalar média e cálculo de aceleração.

Matematicamente, a aceleração (a) é definida como a taxa de variação da velocidade (v) em relação ao tempo (t). Isso pode ser representado pela seguinte equação:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (7)$$

em que: Δv é a variação da velocidade e Δt é a variação do tempo. Para o cálculo da velocidade foi usado:

$$Vm = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (8)$$

em que Vm é a velocidade média (m/s) e Δs é o deslocamento (m) e Δt é o intervalo de tempo (s).

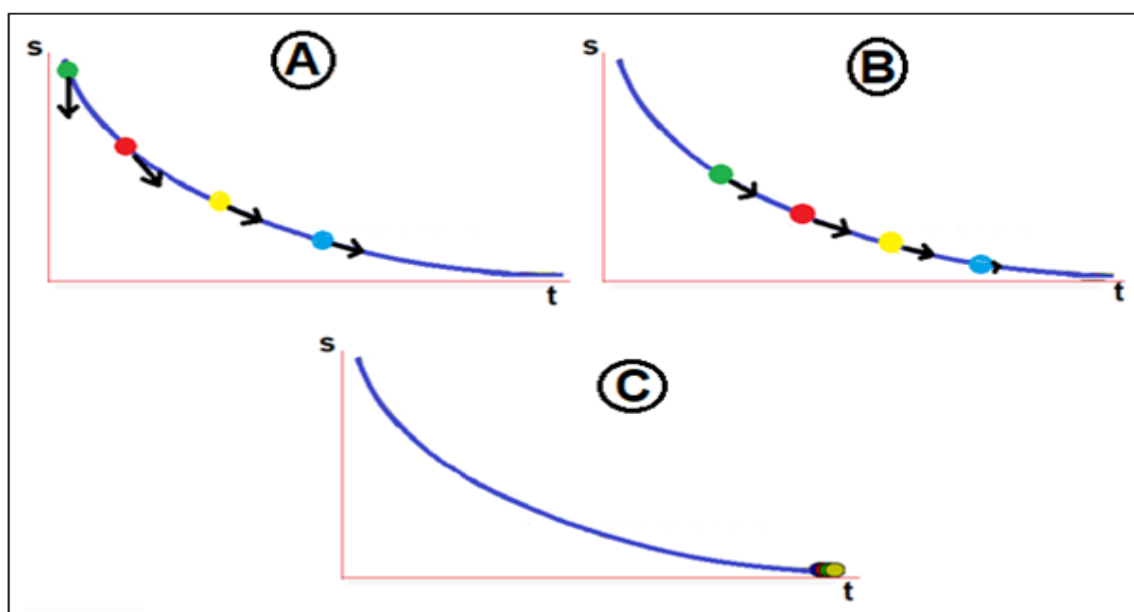
Foi feito o cálculo da velocidade e aceleração em diferentes trechos da trajetória para que os estudantes percebessem que a velocidade e aceleração adquirida pela partícula depende também da posição da partícula.

A equação paramétrica da Tautócrona pode ser expressa em termos de coordenadas polares (r, θ) como:

$$r = a \cdot \sec^2 \frac{\theta}{2} \quad (9)$$

em que r é a distância do ponto na curva ao ponto de origem, θ é o ângulo polar que varia de 0 a 2π , e a é uma constante que determina a escala da curva.

Figura 10- Ilustração do experimento da Tautócrona.



Fonte: Produzida pelo autor, 2024.

E para melhor enfatizar a explicação sobre aceleração e sua relação com a posição da partícula, os estudantes tiveram a oportunidade de perceber isso na prática. Com a Cicloide realizaram o experimento da Tautócrona, uma curva questionada por Euler e Lagrange, curva na qual o tempo que uma partícula que se move sobre ela, pela ação da gravidade até o seu ponto mais baixo, independe do ponto inicial no qual se iniciou o movimento da partícula como mostra a Figura 10 (Alves, 2011).

3.3.3 Lançamento de foguete Horizontal Guiado para calcular deslocamento e velocidade

A proposta desenvolvida busca promover uma dinâmica que favorece a construção das habilidades estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular

(BNCC). Física, o foco está em elaborar explicações, previsões e cálculos relacionados aos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo, com base na análise das interações gravitacionais (EM13CNT204). Em Matemática, a proposta inclui o emprego de diferentes métodos para determinar a área de uma superfície, utilizando reconfigurações, aproximação por cortes, entre outros, e deduzir expressões de cálculo aplicáveis em situações reais (EM13MAT307), (Brasil, 2018). Este experimento interdisciplinar não apenas facilita a aquisição de conhecimentos específicos, mas também promove a aplicação prática desses conhecimentos, fortalecendo a compreensão e a conexão dos estudantes com os conteúdos abordados.

Este experimento constituiu-se de um foguete de garrafa pet, um arame liso ou uma linha de náilon, que guia o foguete entre as extremidades. O combustível que faz com que o foguete se desloque é a reação entre o álcool e o fogo. O experimento tem como objetivo explorar a relação entre o lançamento horizontal de um foguete e a Astronomia, analisando os deslocamentos realizados por um foguete real, promovendo uma abordagem interdisciplinar que integra conceitos físicos e matemáticos,

FIGURA 11 Equipes juntamente com o professor fazendo lançamento de foguete horizontal guiado



Fonte: Produzida pelo autor, 2023.

A turma foi dividida em quatro equipes e cada uma ganhou uma garrafa pet de 1L e um canudo, cada equipe deveria construir o foguete colando o canudo paralelo ao corpo da garrafa. Antes da elaboração do experimento foi passada uma apostila

sobre o movimento horizontal realizado pelos foguetes no espaço e as leis da física envolvidas nesse tipo de movimento. Também foi explicado para os estudantes sobre o objeto de estudo que seria o Movimento Uniforme Variado, explorando o cálculo da velocidade escalar média, e um guia onde os estudantes deveriam marcar antes do início do experimento alguns dados como: velocidade inicial e tempo inicial, para depois do experimento usar a trena para medir a posição final e analisar o vídeo para ver o tempo final.


Para o cálculo da velocidade escalar média com os dados que tínhamos o mais viável foi fazer o uso da seguinte equação:

$$v = v_0 + at \quad (10)$$

em que v é a velocidade final, v_0 é a velocidade inicial, a é a aceleração e t é o tempo. Coletando esses dados, cada um iria responder à pergunta final que seria calcular a velocidade escalar média do foguete.

Cada equipe lançou seu Foguete para ver qual a velocidade escalar média atingida pelo projétil (veja a Figura 11). Nesse momento da prática, cada estudante tinha em mãos uma cópia de uma atividade com algumas informações sobre Velocidade Escalar Média e o espaço para o preenchimento de dados que seria necessário para o cálculo das velocidades adquirida pelos móveis.

Figura 12- Atividade para resolver durante e após a atividade prática.

Colégio Estadual Aldemiro Vilas Boas							
Data	____/____/____		Série	Turma			
Nome							
Professor - Joelson Ribeiro							
FÍSICA							
Velocidade Escalar Média							
A velocidade escalar média é uma medida da taxa de deslocamento de um objeto em relação ao tempo, sem levar em consideração a direção do movimento. É calculada dividindo-se a distância total percorrida pelo objeto pelo intervalo de tempo necessário para percorrê-la. A velocidade escalar média não leva em conta as variações da velocidade ao longo do percurso, apenas fornece uma média geral do quão rápido o objeto se moveu em relação ao tempo total decorrido.							
1- Levando em consideração as explicações do enunciado acima e as orientações passadas no momento da prática, anote os dados solicitados abaixo para cada um dos lançamentos e calcule a velocidade escalar média adquirida por cada um dos foguetes.							
A) Posição Inicial (S_1).		B) Posição Final (S_2)					
Foguete 1	_____	Foguete 1	_____				
Foguete 2	_____	Foguete 2	_____				
Foguete 3	_____	Foguete 3	_____				
Foguete 4	_____	Foguete 4	_____				
C) Tempo Inicial (T_1).		D) Tempo Final (T_2).					
Foguete 1	_____	Foguete 1	_____				
Foguete 2	_____	Foguete 2	_____				
Foguete 3	_____	Foguete 3	_____				
Foguete 4	_____	Foguete 4	_____				
E) Calcular a Velocidade Escalar Média adquirida por cada um dos foguetes:							
Foguete 1	_____	Foguete 2	_____	Foguete 3	_____	Foguete 4	_____

Fonte: Produzida pelo autor, 2023.

Após os lançamentos, ali mesmo dialogando com os grupos os estudantes resolveram os itens da questão 01 mostrada na Figura 12.

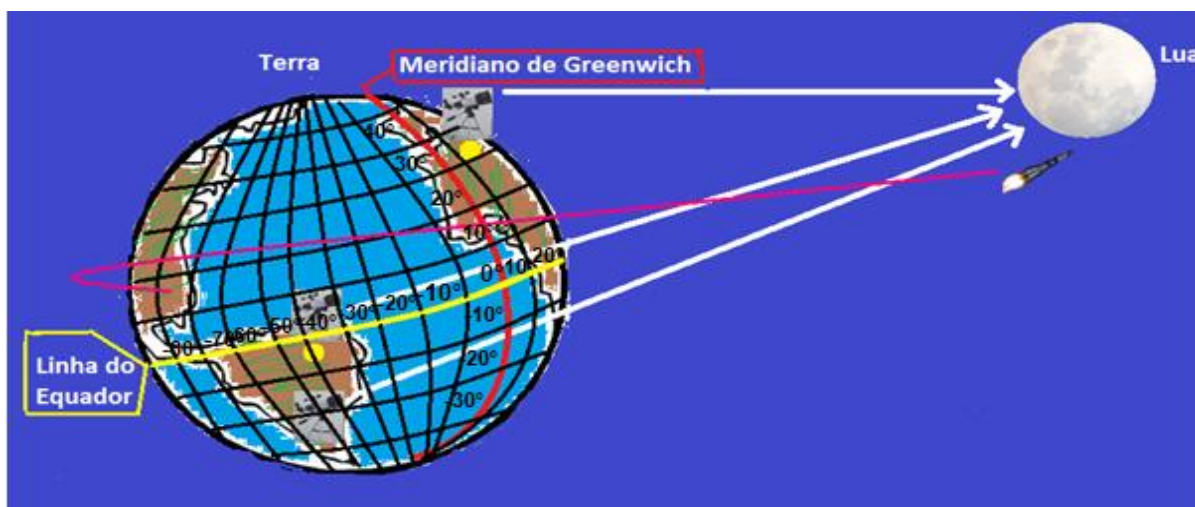
3.3.4 O uso do Plano Cartesiano atrelado aos conceitos de Astronomia nas aulas de Matemática

A proposta desenvolvida visa promover uma dinâmica que favoreça a construção das habilidades estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em Matemática, o foco está na investigação de conjuntos de dados relativos ao comportamento de duas variáveis numéricas (EM13MAT510). Em Física, a proposta inclui a elaboração de explicações e previsões sobre os movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo (EM13CNT204), bem como a interpretação de textos de divulgação científica relacionados às Ciências da Natureza. Isso abrange a análise de dados apresentados em textos, equações, gráficos e/ou tabelas, avaliando a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões (EM13CNT303) (Brasil, 2018). Esta atividade, estruturada como um jogo, busca integrar esses conhecimentos de forma lúdica e interativa, proporcionando uma abordagem prática e envolvente para o aprendizado dos conceitos abordados.

O jogo chamado Conquistando o Plano Cartesiano, um jogo de tabuleiro que busca explorar o uso do plano cartesiano em combinação com as coordenadas geográficas. As coordenadas geográficas mais comuns são a latitude e a longitude. A latitude é a medida da distância ao norte ou ao sul do equador terrestre, enquanto a longitude é a medida da distância a leste ou a oeste do Meridiano de Greenwich.

As coordenadas geográficas estão intrinsecamente relacionadas à Astronomia, pois fornecem um sistema de referência fundamental para localizar posições na superfície da Terra e também para realizar observações astronômicas. As coordenadas geográficas são um sistema de linhas imaginárias que permitem determinar a latitude e a longitude de um ponto na Terra. Devido a variabilidade de características no nosso planeta Terra, Astrônomos e observadores do céu utilizam as coordenadas geográficas para várias finalidades como:

Figura 13- Representação da estreita relação das coordenadas geográficas do globo terrestre com o plano cartesiano.



Fonte: Produzida pelo autor 2024. A Figura é uma ilustração fora de escala e sincronia com o real.

Determinação de Posição: As coordenadas geográficas (latitude e longitude) são usadas para identificar a localização precisa de observatórios, telescópios e outros locais de observação astronômica. Isso é fundamental para registrar com precisão as observações e para facilitar a comunicação entre diferentes observadores.

A Figura 13 traz uma ilustração onde é possível perceber que as coordenadas geográficas auxiliam na orientação dos telescópios e instrumentos de observação, permitindo que sejam direcionados para regiões específicas do céu. Por exemplo, telescópios são apontados para determinadas coordenadas celestes com base nas coordenadas geográficas do local.

Cálculo de Trajetórias: A Astronomia também lida com o movimento dos corpos celestes, e as coordenadas geográficas são usadas para calcular as trajetórias aparentes desses corpos no céu. Isso é particularmente importante em observações de planetas, estrelas e outros objetos móveis.

Determinação de Visibilidade: As coordenadas geográficas afetam a visibilidade de certos objetos celestes em um determinado local da Terra. Alguns corpos celestes podem ser vistos apenas a partir de certas latitudes ou durante determinadas épocas do ano, devido à inclinação do eixo da Terra.

Estudos Astronômicos: A própria Astronomia se baseia na observação de fenômenos celestes, como eclipses, trânsitos, posições de planetas, movimentos de estrelas, entre outros. As coordenadas geográficas são essenciais para registrar com

precisão o momento e a localização desses eventos. Cálculos de Distâncias e Tamanhos: Para calcular distâncias e tamanhos de objetos celestes, é necessário levar em consideração a posição do observador na Terra. Isso é particularmente importante em fenômenos como paralaxe estelar, que é usado para medir distâncias até estrelas próximas.

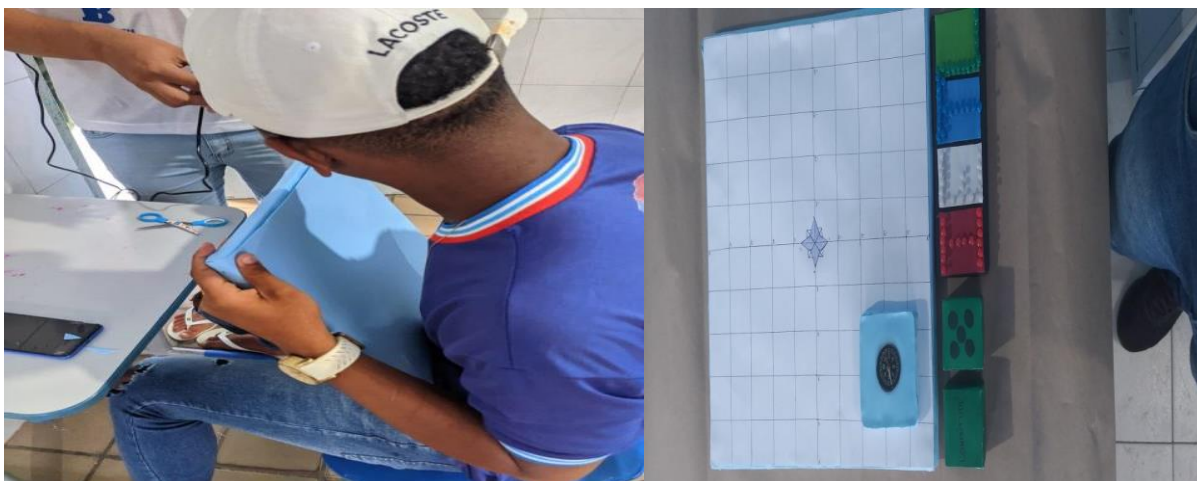
Em linhas gerais, as coordenadas geográficas fornecem um sistema de referência que permite aos astrônomos e observadores situar eventos e objetos celestes no contexto da Terra. Isso é crucial para a coleta de dados precisos e para a compreensão das relações espaciais entre a Terra e os corpos celestes. Essa atividade foi desenvolvida por um grupo de estudantes também com o intuito de se submeter à Feira de Ciências da Bahia (FECIBA)⁶.

O jogo desenvolvido também apresenta uma proposta interdisciplinar e lúdica. No entanto, a Feira de Ciências da Bahia (FECIBA) vai muito além dessa abordagem. A FECIBA, por meio do Programa Ciência na Escola, integra-se à política pública estadual de Educação que valoriza o estudante como sujeito de direito à Educação Científica. Este programa visa proporcionar acesso ao patrimônio da Humanidade nas Artes, Ciências e Cultura, promovendo um aprendizado significativo que insere o estudante no mundo contemporâneo, científico e tecnológico. Nesse contexto, não há mais espaço para analfabetos funcionais e científicos, e se abre a possibilidade de cidadania e de trabalho para aqueles que detêm esse conhecimento e o "saber fazer" Ciência (Bahia, 2010)

A Feira de Ciências também tem o objetivo de estimular a criação e a estruturação da pesquisa científica, o que significa que para o desenvolvimento dos jogos e experimentos é preciso ir além da brincadeira e aprofundar também na pesquisa. Foi feito todo um estudo sobre o plano cartesiano, sua origem e também sua relação com as coordenadas geográficas. Depois do jogo desenvolvido o mesmo foi apresentado para os estudantes e professores do colégio, e disponibilizado para o uso dos interessados. O jogo foi aplicado em várias turmas e o índice de aprovação ao jogo é altíssimo, todos os estudantes gostaram e está sendo um sucesso.

⁶ O projeto Feira de Ciências da Bahia (Feciba) foi idealizado em 2010 pelo Instituto Anísio Teixeira - IAT com o objetivo de estimular a relação ensino-aprendizagem e fomentar o protagonismo dos estudantes na construção do seu conhecimento. A base do projeto é estruturada na pesquisa como ferramenta que busca integrar todos os componentes curriculares e com isso promover o estudo interdisciplinar e lúdico (Bahia, 2010).

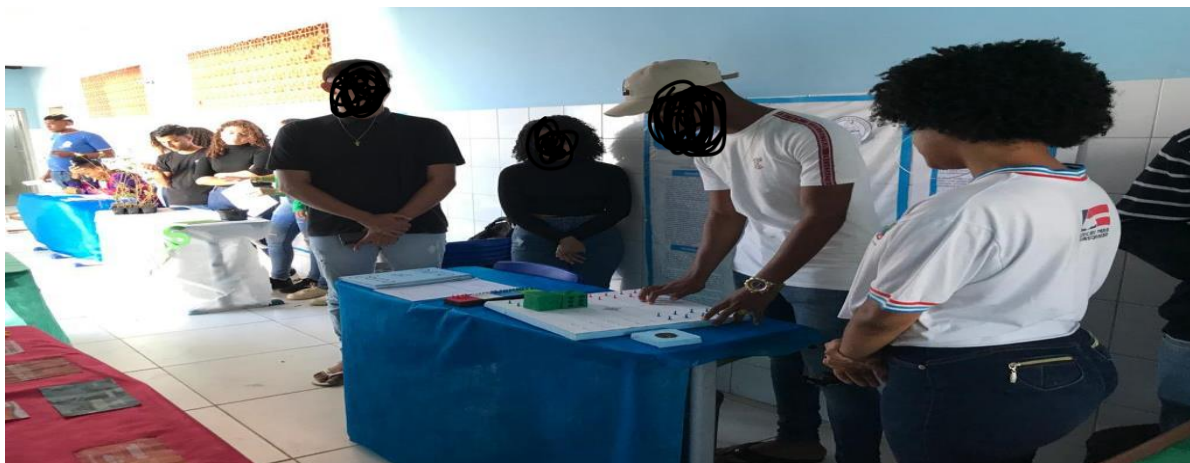
Figura 14- Processo de construção do jogo



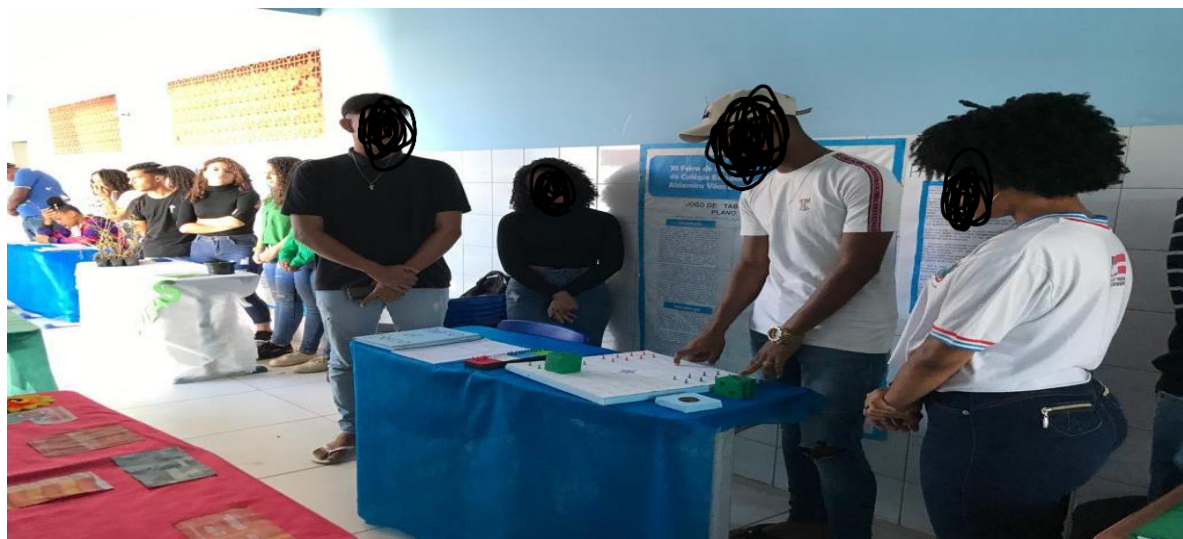
Fonte: Produzida pelo autor, 2023.

A Figura 14 mostra que o jogo é composto por um tabuleiro, uma bússola, dois dados e um kit com marcadores de diferentes cores que ficará disponível para até quatro jogadores ou quatro equipes.

Figura 15- Apresentação do jogo na Feira de Ciências Escolar



Fonte: Produzida pelo autor, 2023.

FIGURA 16- Apresentação do jogo na Feira de Ciências Escolar

Fonte: Produzida pelo autor, 2023.

Durante a apresentação para o público (estudantes, professores e comunidade), foi apresentado o jogo (ver as Figuras 15 e 16), com seus objetivos, regras e toda sua relação com a Matemática e a Astronomia.

A Feira de Ciências Escolar precede a FECIBA, onde os responsáveis diretos são os professores de Ciências da Natureza, mas conta com a participação de todos os professores e o apoio total da gestão escolar.

A feira de ciências escolar teve sua primeira versão em 2015 e desde então vem sendo realizada na escola. No ano de 2023, a feira aconteceu nos dias 16, 17 e 18 de agosto, onde as turmas foram divididas em grupos de quatro a oito estudantes, resultando na produção de cinquenta trabalhos, sendo apresentados por trezentos estudantes. Destes, apenas o jogo “Conquistando o Plano Cartesiano” foi mencionado como parte do produto educacional, porém, ele não foi o único trabalho apresentado na Feira de Ciências Escolar com a temática diretamente ligada à Astronomia, tivemos outros como: um trabalho que aborda a influência da Astronomia na agricultura; onde os estudantes realizaram alguns experimentos de plantio de hortaliças em diferentes quadras da Lua e após a análise dos resultados construíram um calendário de cultivo de hortaliças para diferentes épocas do ano baseado nos conhecimentos dos povos indígenas da América Central que tinham calendários detalhados baseados em observações astronômicas, incluindo ciclos lunares para a agricultura (Morais, 2024).

O “Conquistando o Plano Cartesiano” está sendo mencionado porque se encaixa na nossa proposta de jogo ou experimento. Após a apresentação na Feira de Ciências Escolar tivemos a oportunidade de aplicar em algumas salas e fazer algumas melhorias de acordo com a avaliação dos jogadores.

Figura 17- Apresentação do jogo na Feira de Ciências Regional



O jogo "Conquistando o Plano Cartesiano" foi selecionado para participar de uma etapa subsequente, sendo apresentado na Feira de Ciências Regional realizada na cidade de Amargosa, BA, conforme ilustrado na Figura 17. Esta experiência proporcionou aos estudantes uma vivência enriquecedora em múltiplos aspectos, permitindo-lhes sair de sua cidade natal, apresentar seu trabalho em um ambiente externo à escola para um público diversificado, além de conhecer outros projetos e ideias inovadoras.

3.3.5 As Leis de Kepler na aula de Física por meio de um jogo de Trilha

A iniciativa desenvolvida visa promover uma dinâmica que favoreça a construção das habilidades estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em Física, o foco está em elaborar explicações, previsões e cálculos relacionados aos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo, com base na análise das interações gravitacionais, utilizando ou não dispositivos e

aplicativos digitais, como softwares de simulação e realidade virtual, entre outros (EM13CNT204). Em Matemática, a ênfase recai sobre a resolução e elaboração de problemas do cotidiano, da Matemática e de outras áreas do conhecimento, que envolvem equações lineares simultâneas, utilizando técnicas algébricas e gráficas (EM13MAT301), (Brasil, 2018). Este jogo de trilha interdisciplinar não apenas facilita a aquisição de conhecimentos específicos, mas também incentiva a aplicação prática desses conhecimentos, fortalecendo a compreensão e a conexão dos estudantes com os conteúdos abordados.

O jogo que foi desenvolvido foi a Trilha de Kepler, um jogo bastante dinâmico envolvendo muitos conhecimentos relacionados a Astronomia, principalmente relacionado ao sistema planetário e as teorias envolvidas.

Para o desenvolvimento desse jogo começamos também com um estudo de caso, onde inicialmente foi passado para os estudantes um texto abordando sobre os modelos Geocêntrico e Heliocêntrico, na apostila apresentada no Apêndice 2 (Ribeiro, 2023) seguiu duas perguntas para que fossem respondidas com base na leitura do texto e mais uma questão propondo a pesquisa em outro meio sobre os modelos propostos por Nicolau Copérnico e Cláudio Ptolomeu e outros cientistas que deram contribuições importantes nessas descobertas. As questões foram debatidas em uma roda de conversa. Foi proposto mais um texto abordando as três Leis de Kepler, envolvendo a mesma proposta de atividade do segundo texto, porém para a pesquisa extraclasse foi solicitado que citassem os cientistas que apoiaram e contribuíram com as Leis de Kepler.

Segundo Murray e Dermott (1999) Kepler (1609, 1619) derivou suas três leis do movimento planetário usando um método empírico a partir de observações, incluindo aquelas feitas por Tycho Brahe. Estas leis são descritas em Fernandes e Zanardi (2018) da seguinte forma:

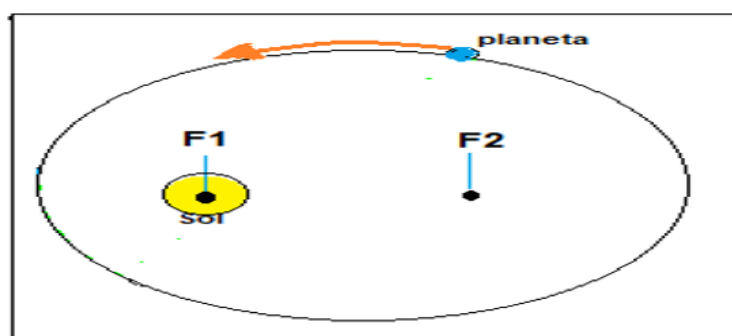
Primeira Lei de Kepler:

I) A órbita de cada planeta é uma elipse, com o Sol em um dos focos.

Ver Figura18 para mais detalhes. A Figura 18, além de estar fora de escala, apresenta uma excentricidade acentuada na órbita do planeta. Esse exagero

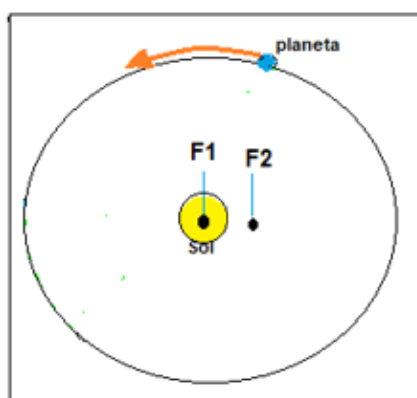
intencional visa facilitar ao leitor a identificação do Sol em um dos focos, bem como proporcionar um efeito visual que auxilie na compreensão do afélio e periélio.

Figura 18- Representação fora de escala da elipse com excentricidade exagerada e com o Sol em um dos focos



Fonte: Produzida pelo autor, 2024.

Figura 19- Representação fora de escala, porém menos excêntrica, da elipse com o Sol em um dos focos.



Fonte: Produzida pelo autor, 2024.

A Figura 19, apresenta uma elipse fora de escala, contudo, com menor excentricidade. Isso permite ao leitor compreender que uma elipse não necessita ter uma excentricidade elevada para ser caracterizada como tal. A forma matemática da elipse pode ser representada pela equação (9) na forma cartesiana:

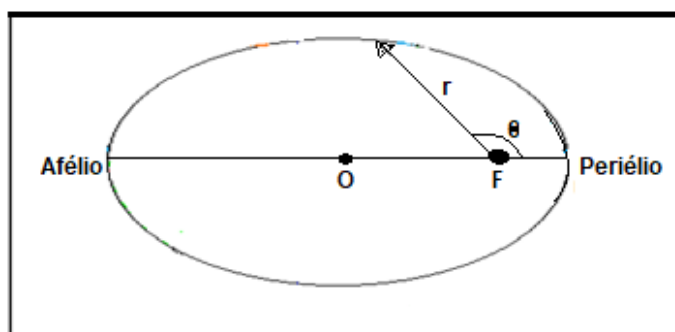
$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (11)$$

em que a é o semieixo maior da elipse e b é o semieixo menor da elipse. Porém, na Mecânica Celeste é muito comum representá-la na sua forma polar, como mostrado na equação (12):

$$r = \frac{a(1-e^2)}{1+e\cos\theta} \quad (12)$$

em que e é a excentricidade, θ é o ângulo mostrado na Figura 20.

Figura 20- A elipse: definição de afélio e periélio.



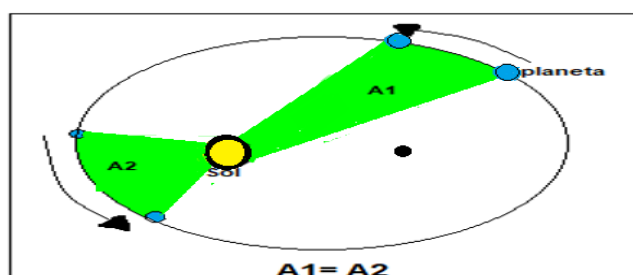
Fonte: Produzida pelo autor, 2024.

Segunda Lei de Kepler:

II) A linha que une o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais.

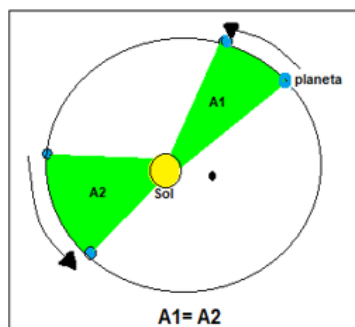
Ver a Figura 21 para mais detalhes. A Figura 21, além de estar fora de escala, apresenta uma excentricidade acentuada na órbita do planeta. Esse exagero intencional visa facilitar ao leitor a identificação do raio vetor que se estende do Sol até o planeta em questão, bem como proporcionar um efeito visual que auxilie na compreensão das áreas varridas pela órbita.

Figura 21- Representação fora de escala do vetor raio do Sol até um planeta em uma elipse com excentricidade exagerada.



Fonte: Produzida pelo autor, 2024.

Figura 22- Representação fora de escala do vetor raio do Sol até um planeta.



Fonte: Produzida pelo autor, 2024.

A Figura 22 apresenta uma elipse fora de escala, contudo, com menor excentricidade. Isso permite ao leitor compreender que uma elipse não necessita ter uma excentricidade elevada para ser caracterizada como tal. Matematicamente, isso implica que a velocidade areolar (A) é constante, ou seja, a taxa com que a área está variando é constante, veja a equação (13):

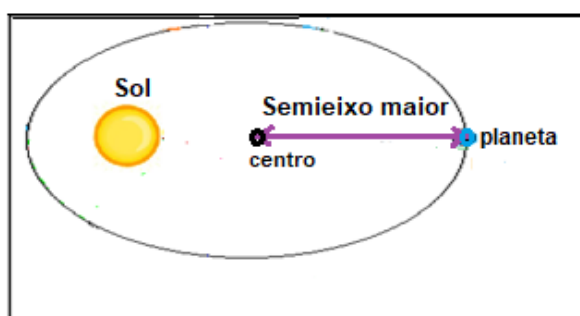
$$\frac{dA}{dt} = \text{constante} \quad (13)$$

em que dA é a área varrida pelo raio vetor, dt é o tempo em que a área é varrida.

Terceira Lei de Kepler:

III) O quadrado do período de um planeta é proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol.

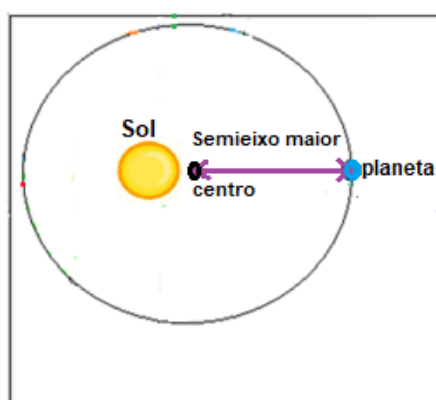
Figura 23 Representação fora de escala do semieixo maior de um planeta em torno do Sol numa elipse com excentricidade exagerada.



Fonte: Produzida pelo autor, 2024.

Ver a Figura 23 para mais detalhes. A Figura 23, além de estar fora de escala, apresenta uma excentricidade acentuada na órbita do planeta. Esse exagero intencional visa facilitar ao leitor a identificação dos eixos da elipse, bem como proporcionar um efeito visual que auxilie na compreensão de semieixo maior e semieixo menor de uma elipse.

Figura 24 Representação fora de escala do semieixo maior de um planeta em torno do Sol



Fonte: Produzida pelo autor, 2024.

A Figura 24, apresenta uma elipse fora de escala, contudo, com menor excentricidade. Isso permite ao leitor compreender que uma elipse não necessita ter uma excentricidade elevada para ser caracterizada como tal. Matematicamente, a terceira Lei de Kepler pode ser representada da seguinte forma:

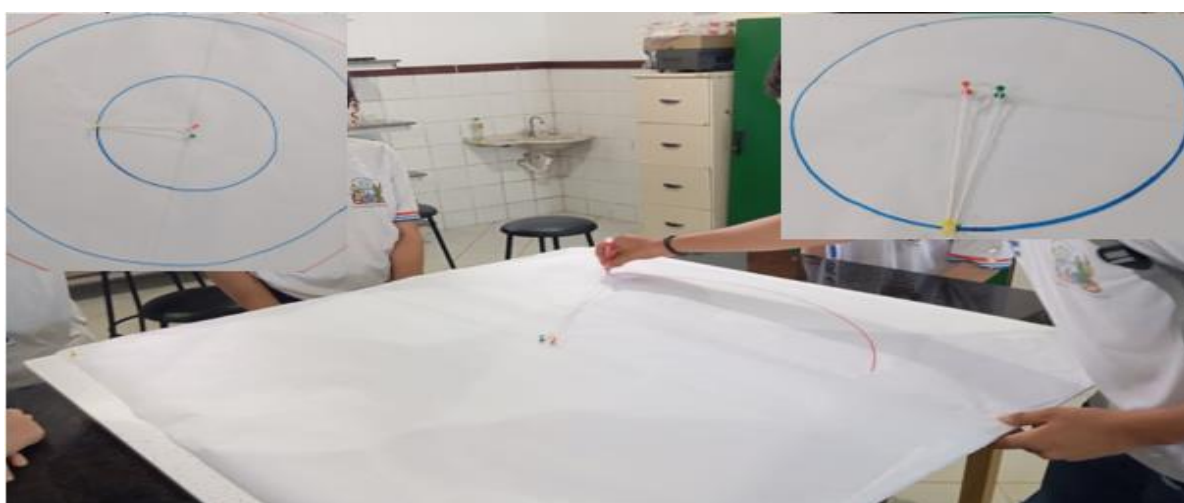
$$T^2 = k \cdot a^3 \quad (14)$$

em que T é o período orbital do planeta, a é o semieixo maior da órbita do planeta, k é uma constante de proporcionalidade. Issac Newton mostrou que está constante é dada por $k = \frac{4\pi^2}{\mu}$, em que $\mu = G(M + m)$, em que $G = 6,67259 \times 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2}$ é a constante gravitacional universal, M, m são a massa do Sol e a massa do planeta, respectivamente. Aqui s é a unidade de tempo em segundos.

As questões foram debatidas e em uma roda de conversa de uma forma bem descontraída. No momento tivemos a oportunidade de ampliar as explicações sobre cada uma das leis para que eles entendessem tudo que foi proposto pelos cientistas pode ser comprovado por meio de cálculos, o que assegura a validade até os dias atuais.

Para a primeira lei de Kepler, a conhecida como lei das órbitas elípticas trouxemos todo o conhecimento sobre o que era uma órbita, o que era uma elipse, excentricidade e criamos condições para que na prática ele pudesse construir uma órbita elíptica. Para a construção da elipse usamos um mecanismo simples e que todos tivessem acesso aos materiais, que foram: Régua; Lápis; Linha de barbante; dois pinos perfurantes ou pregos; uma cartolina e duas folhas de isopor.

Figura 25- Ilustração da maneira como os estudantes desenharam as órbitas dos planetas (fora de escala).



Fonte: Produzida pelo autor, 2024.

Se as órbitas fossem uma circunferência perfeita (excentricidade zero) não precisaríamos de dois pinos ou pregos, apenas um (01) seria o suficiente para projetar o desenho, mas como as órbitas dos planetas ao redor do Sol são elípticas, elas apresentam excentricidade maior que zero, o que indica o quão deslocado é o centro da elipse em relação ao centro de uma circunferência perfeita (que teria excentricidade zero). Fixando esses dois pontos, cada um deles à distância c (distância focal-distância do centro ao foco) do centro das órbitas planetárias; amarrando um barbante (ou linha) de comprimento $2a$, ligando os dois pinos; utilizando um lápis como mostra na Figura 25, desenha-se a órbita dos planetas de acordo com suas excentricidades.

Como complemento, assistimos a um vídeo (veja Figura 26) do curso de Introdução a Astronomia da UFRB, Live 5 –As Leis de Kepler: Órbitas do Sistema

Solar, apresentada pelo professor Doutor Jean P. S. Carvalho⁷. Foi solicitado que cada estudante estivesse atento aos detalhes das explicações do professor para que pudesse compreender e formular questões para debatermos e posteriormente usássemos no jogo da trilha. Ficou acordado que no final da apresentação do vídeo tivesse desenvolvido no mínimo três questões com alternativas e a indicação de qual seria a resposta correta.

No vídeo do professor Dr. Jean Carvalho, são abordados diversos conceitos da mecânica celeste, incluindo o sistema planetário, as leis de Kepler, as leis da gravitação universal, seções cônicas, problemas de dois corpos, a dinâmica dos satélites artificiais, problemas de três corpos e perturbações orbitais. Para a construção do jogo "Trilha de Kepler", com os estudantes, assistimos até a parte que cobre toda a introdução à mecânica celeste, focando especificamente nos sistemas planetários e nas leis de Kepler.

Figura 26- Turma do 1º ano D, assistindo a Live 5 – as Leis de Kepler: Órbitas do Sistema Solar, apresentada pelo professor Dr. Jean P. S. Carvalho.



Fonte: Produzida pelo autor, 2023.

Após a conclusão das etapas propostas, foi organizado um círculo com as cadeiras dispostas, no qual cada estudante selecionava três colegas para lhes formular perguntas. A dinâmica seguia com os participantes respondendo às indagações e, simultaneamente, colocando questões para os demais integrantes, promovendo, desse modo, uma interação recíproca. Esse exercício proporcionou uma avaliação da eficácia e da produtividade da atividade conduzida.

⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=8YoqOM2jpul>

Figura 27 – Digitação das questões para a trilha de Kepler.



Fonte: Produzida pelo autor, 2023.

Posteriormente, a turma foi subdividida em grupos para empreender a elaboração do jogo proposto. Foram designadas tarefas específicas para cada equipe: uma se incumbiu da transcrição das perguntas elaboradas; outra assumiu a responsabilidade pelo desenvolvimento dos desenhos referentes às trilhas do jogo; uma terceira equipe ficou encarregada da pintura das trilhas; por fim, uma última equipe foi designada para recortar os símbolos que comporiam a trilha e as questões que seriam inseridas nos envelopes

Figura 28- Construção da trilha de Kepler



Fonte: Produzida pelo autor, 2023

Uma equipe de estudantes ficou responsável por digitar e formatar as questões de modo que pudessem ser recortadas e colocadas nos envelopes (ver figura 27). Enquanto isso acontecia a outra equipe construía e pintava a trilha como mostrado nas Figuras 28 e 29.

Figura 29- Construção da trilha de Kepler



Fonte: Produzida pelo autor, 2023.

Conforme foi citado, esse é um trabalho em conjunto que envolve todos os estudantes da sala e para que de fato todos participem é preciso fazer pequenos grupos para a realização de algumas etapas, até grupos para recortar questões e imagens (ver Figura 30). Um grupo que recorta as questões e envelope para que sejam fixadas na trilha.

Figura 30- Recorte das figuras e questões para a trilha de Kepler



Fonte: produzida pelos autores, 2023.

3.3.6 Explorando os conhecimentos dos astros por meio de um Dominó

A iniciativa proposta busca promover uma dinâmica que favoreça a construção das habilidades estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em

Física, o objetivo é descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar, incluindo o Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores, bem como a localização do Sistema Solar na nossa galáxia, a Via Láctea (EF09CI14), (Brasil, 2018). Este jogo de dominó dos astros não apenas facilita a aquisição de conhecimentos específicos, mas também estimula a aplicação prática desses conhecimentos, fortalecendo a compreensão e a conexão dos estudantes com os conteúdos abordados.

Durante o desenvolvimento da trilha de Kepler, abordamos bastante sobre os movimentos realizados pelos planetas durante suas órbitas no Sistema Solar em volta da estrela (a estrela do nosso sistema solar, o Sol), alguns elementos que compõem o nosso sistema solar como o cinturão de asteroides. Nesse momento, vimos a oportunidade de pensar em algo que pudesse ampliar os saberes, e essa seria uma oportunidade de criar uma proposta que colocasse os estudantes no processo de construção do conhecimento e ao mesmo tempo criassem algo que seria testado por outros colegas e após reflexões sobre o que já havia sido lido sobre as propostas lúdicas, chegou-se à conclusão que seria viável solicitar que em grupo construíssem o dominó dos astros. Segundo Lopes,

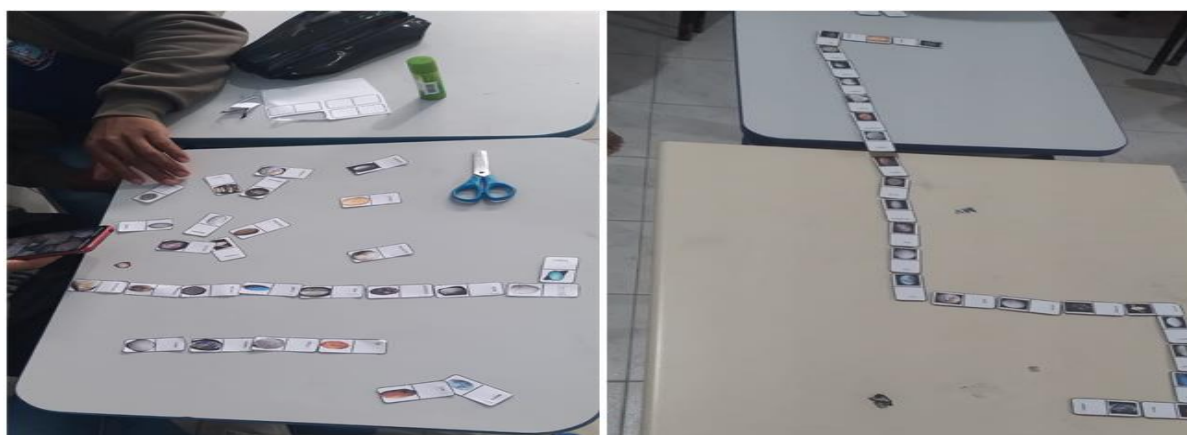
O dominó possui uma versão de jogo que foi difundida entre os praticantes no Brasil e que se manteve inalterada no tempo. O jogo tradicional é composto por 28 peças retangulares duas dimensões, divididas visualmente em duas metades, sendo em cada vez por ano, aumente no 2 uma destas, representado um número, que pode ser de "0" a "6" ("0" em uma quando não há pontos desenhados, "1" quando há um ponto várias desenhado,... até "6", quando há seis pontos desenhados).

O dominó consiste basicamente na ordenação das peças do jogo em linha, sendo que cada uma só pode ser sucedida por outra que tenham o mesmo número de pontos. Cada jogador coloca uma peça na mesa em sua vez e ganha o que ficar primeiro sem peças (Lopes, 2009, p.49).

Dado que o jogo de dominó oferece uma ampla gama de estímulos e oportunidades de aprendizado para os participantes, a proposta foi prontamente acolhida com entusiasmo. Inicialmente, os participantes realizaram uma análise minuciosa do dominó tradicional, examinando sua estrutura, peças e quantidade das mesmas. Em seguida, procederam à construção de uma versão do jogo que permitisse a classificação lúdica dos corpos celestes, tais como estrelas, planetas, satélites e cometas.

Após a elaboração do novo conjunto de dominó, conduziu-se uma avaliação para analisar sua configuração. Posteriormente, foram realizadas partidas entre os grupos presentes na sala, como forma de experimentação prática. Os jogadores das demais equipes avaliaram positivamente o jogo, uma vez que reconheceram a sua capacidade de explorar as diversas características dos astros em um único contexto ludificado. A Figura 31 exibe o processo de construção do jogo de dominó, bem como sua versão finalizada e pronta para utilização.

Figura 31- Construindo o Dominó



Fonte: produzida pelo autor, 2023.

3.3.7 Aprendendo sobre os astros e se divertindo com o jogo da memória

A iniciativa proposta é uma alternativa que visa promover uma dinâmica que favoreça a construção das habilidades estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em Física, o objetivo é descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar, incluindo o Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores, bem como a localização do Sistema Solar na nossa galáxia, a Via Láctea (EF09CI14), (Brasil, 2018). Este jogo da memória, que forma pares entre astros e suas características correspondentes, não apenas facilita a aquisição de conhecimentos específicos, mas também estimula a aplicação prática desses conceitos, fortalecendo a compreensão e a conexão dos estudantes com os conteúdos abordados.

O engajamento com a exploração da trilha de Kepler proporcionou uma imersão em diversos aspectos relacionados ao nosso sistema solar. Nesse contexto, a turma foi organizada em grupos, cada qual incumbido de desenvolver um jogo que estivesse em consonância com os conceitos estudados. Um dos grupos optou por elaborar um jogo da memória, visando proporcionar uma abordagem lúdica e educativa sobre os corpos celestes. Inicialmente, foi elaborada uma lista abrangente de astros, incluindo estrelas, planetas, satélites e cometas, os quais serviriam como elementos para compor o jogo. Posteriormente, o grupo dedicou-se ao planejamento e execução da construção do jogo da memória, desde a concepção até a fase de finalização, de modo a garantir a sua efetividade como recurso pedagógico.

FIGURA 32- Construindo e jogando o jogo da memória



Fonte: produzida pelo autor, 2023.

O jogo ilustrado na Figura 32 foi compartilhado e participou de sessões de jogos por parte de diversos grupos, recebendo uma avaliação positiva e sendo bem recebido pela comunidade de estudantes jogadores.

3.3.8 Dominó da óptica

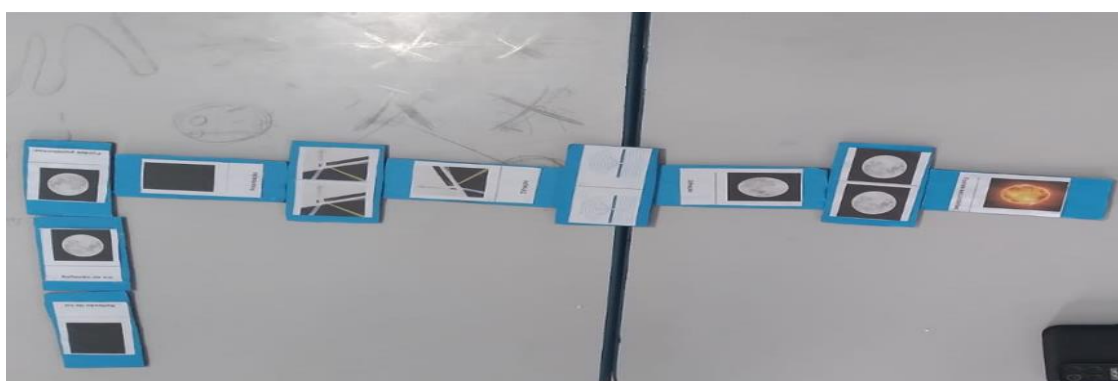
A iniciativa proposta é uma alternativa que visa promover uma dinâmica capaz de favorecer a construção das habilidades estabelecidas pela Base Nacional Comum

Curricular (BNCC). Em Física, a atividade centra-se na avaliação dos riscos envolvidos em atividades cotidianas, utilizando conhecimentos das Ciências da Natureza para justificar o uso de equipamentos e recursos, além de promover comportamentos de segurança individual, coletiva e socioambiental (EM13CNT306), (Brasil, 2018). Este jogo de dominó da óptica explora conceitos dos fenômenos ópticos na Astronomia, proporcionando uma abordagem prática e envolvente que fortalece a compreensão dos estudantes e a conexão com os conteúdos abordados.

Após o desenvolvimento da trilha de Kepler e termos estudado diversos conhecimentos sobre nosso sistema solar, pensou-se em abordar um pouco sobre o comportamento da luz quando passa por diferentes meios, inclusive a luz das estrelas, nessa perspectiva um grupo ficou responsável por construir um jogo que se relacionasse com o que foi estudado sobre o comportamento da luz e se pensou na construção de um Dominó da Óptica.

Aprofundaram os estudos sobre a óptica (comportamento da luz) e os conhecimentos de refração, reflexão, absorção, dispersão, espalhamento e em seguida construíram o Dominó da Óptica. O dominó apresentado na Figura 33 traz diversos conceitos da óptica, como: fonte de luz primária, fonte de luz secundária, fontes de luz puntiforme ou pontual e extensas - fontes de luz. O jogo foi compartilhado e jogado por outros grupos e teve uma boa aprovação entre os grupos.

FIGURA 33- Dominó sendo jogado



Fonte: produzida pelo autor, 2023.

3.3.9 Leis de Newton na prática (Trinca de Newton)

A iniciativa desenvolvida é uma alternativa que busca promover uma dinâmica que favoreça a construção das habilidades estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em Física, o objetivo é analisar e interpretar situações que envolvem as leis de Newton, compreendendo os conceitos de inércia, força, massa, aceleração e ação e reação. Elaborar explicações, previsões e cálculos relacionados aos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo, fundamentando-se na análise das interações gravitacionais (EM13CNT204), (Brasil, 2018). Este experimento permite simular situações relacionadas à primeira, segunda e terceira leis de Newton, proporcionando uma experiência prática que reforça a compreensão dos princípios físicos em contextos reais.

Após estudarmos alguns conceitos das Leis de Newton, dialogamos sobre os eventos envolvidos em cada um deles e começamos a pensar em experimentos que poderíamos fazer para termos uma explicação prática onde os estudantes pudessem ver esses efeitos acontecendo, foi aí que surgiu a construção de uma pequena plataforma que permite explicar as três leis de Newton inclusive com a ajuda de um dinamômetro. Essa foi a atividade em que os estudantes ficaram bastante empolgados porque eles puderam compreender de forma prática aquilo que antes eles só tinham visto os conceitos e que às vezes não conseguiam abstrair.

Figura 34- Experimento Trinca de Newton



Fonte: produzida pelo autor, 2023.

Conforme ilustrado na Figura 34, a Trinca de Newton representa uma estrutura linear que viabiliza a demonstração dos princípios fundamentais subjacentes às três leis enunciadas por Newton. Para a primeira lei, conhecida como Lei da Inércia, empregou-se um elástico para propulsionar um veículo contendo um boneco, o qual persistia em movimento até o momento em que entrava em contato com a plataforma no término da pista, enquanto o boneco era projetado para frente após o impacto.

Conforme exposto por Máximo (2006), a primeira Lei de Newton, essencialmente uma síntese dos postulados galileanos sobre a inércia, estabelece que na ausência de forças externas, um corpo em repouso permanece nesse estado, e um corpo em movimento mantém sua trajetória em linha reta com velocidade constante.

Para a segunda lei, o Princípio Fundamental da Dinâmica, procedeu-se com a utilização de dinamômetros de diferentes calibrações para impulsionar um veículo portando massas diversas. Observou-se que a aceleração experimentada pelo veículo era diretamente proporcional à força aplicada e à massa do veículo, corroborando a proposição de Newton (1687) enunciada em seus Principia: “A mudança de movimento é proporcional à força motriz impressa, e dá-se ao longo da linha reta em que aquela força é impressa”. E essa é a proposição decisiva que valida a lei até o momento atual.

Para a Terceira, Lei da Ação e Reação foi utilizado um elástico que permitiu impulsionar o móvel com uma lata de refrigerante amarrada na frente, que só parou após se chocar com a plataforma no fim da pista. Por meio desta demonstração, evidenciou-se que a lata se encontrava amassada em ambos os lados, ilustrando aos estudantes o princípio de que forças de igual magnitude, mesma direção e sentido contrário são exercidas mutuamente entre dois corpos em interação.

Segundo Máximo (2006), “a 3ª Lei de Newton diz que: quando um corpo A exerce uma força sobre um corpo B, o corpo B reage sobre o corpo A com uma força de mesmo módulo, mesma direção e sentido contrário”. Segundo Newton (1687) “Tudo o que pressiona ou puxa o outro é pressionado por ele na mesma medida”.

3.4.0 Estudo das forças por meio da catapulta.

A iniciativa desenvolvida representa uma alternativa que visa promover uma dinâmica propícia à construção das habilidades estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em Física, o objetivo é analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de energia e de movimento, a fim de realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos. Essa análise enfatiza o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas (EM13CNT101). Em Matemática, a ênfase está na investigação das relações entre números apresentados em tabelas, com o intuito de representá-los no plano cartesiano, identificando quando essa representação corresponde a uma função polinomial de 2º grau (EM13MAT502), (Brasil, 2018). Este experimento oferece uma abordagem prática que integra essas disciplinas, fortalecendo a compreensão dos conceitos abordados.

Com o propósito de conceber um artefato mecânico fundamentado em princípios físicos que viabilizem o lançamento de objetos a distâncias consideráveis, desenvolvemos uma catapulta. Este dispositivo, além de sua aplicação prática, proporcionou uma compreensão concreta das leis fundamentais de Newton: a Primeira Lei de Newton, conhecida como Lei da Inércia, estabelece que um corpo em repouso permanecerá nesse estado, enquanto um corpo em movimento manterá sua trajetória com velocidade constante, a menos que uma força externa atue sobre ele. Tal preceito é aplicável tanto à catapulta em estado de repouso quanto em movimento, antes e após o lançamento. A Segunda Lei de Newton, denominada Lei da Dinâmica, descreve que a aceleração de um objeto é diretamente proporcional à força resultante aplicada sobre ele e inversamente proporcional à sua massa. Na catapulta, a aplicação de uma força sobre o projétil resulta em sua aceleração.

Outro princípio físico relevante explorado é o da Energia Potencial Elástica: quando a corda ou mola da catapulta é tensionada, energia potencial elástica é armazenada em sua estrutura. Esta energia é liberada durante o lançamento, convertendo-se em energia cinética do projétil, impulsionando-o em direção ao alvo designado.

A elaboração da catapulta retratada na Figura 35 constituiu um período de intensa participação por parte dos estudantes, caracterizado por um significativo intercâmbio de saberes entre as equipes envolvidas.

Figura 35- Estudantes construindo a catapulta



Fonte: produzida pelo autor, 2023.

3.4.1 Uma exploração científica do Big Bang: Origem e Evolução do Universo por meio de um Jogo de Trilha

A iniciativa desenvolvida constitui uma alternativa que visa promover uma dinâmica favorável à construção das habilidades estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em Física, o objetivo é analisar e discutir modelos, teorias e leis propostas em diferentes épocas, incluindo as teorias científicas sobre a origem da vida, a evolução (histórico e experimentos), a Teoria do Big Bang e modelos cosmológicos (EM13CNT201), (Brasil, 2018). Este jogo de trilha explora a origem do universo, particularmente o conceito do Big Bang, proporcionando uma abordagem

interativa que enriquece a compreensão dos alunos sobre esses fenômenos astronômicos.

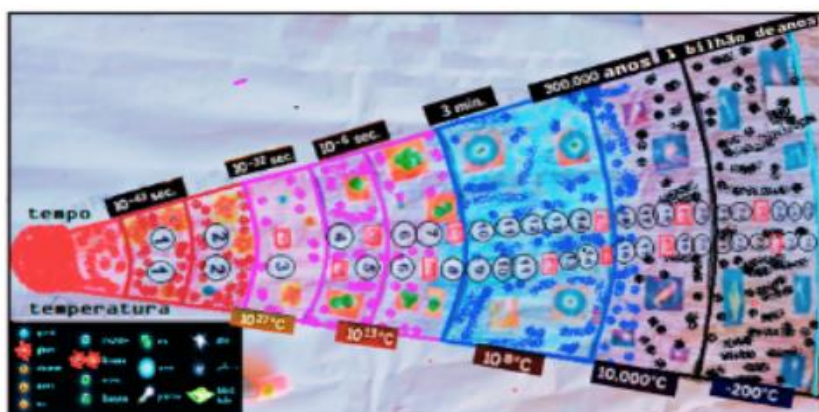
A elaboração desta proposta decorreu de uma demanda acadêmica instigada pelo Professor Dr. Carlos Alberto Ribeiro de Lima durante as aulas do Componente Curricular "Astronomia Moderna e Contemporânea" (AST 311), na qual foi solicitada a concepção de uma proposta pedagógica lúdica relacionada ao fenômeno do Big Bang.

O jogo da trilha surge como uma iniciativa concebida para enriquecer o repertório do docente em aulas que abordam o tema do Big Bang. Propomos, nesta iniciativa, uma atividade pedagógica envolvente e interativa, direcionada à exploração do fascinante conceito do Big Bang em ambiente educacional. O escopo desta atividade reside na promoção de uma compreensão robusta acerca da teoria da origem do universo, visando engajar os estudantes por meio de métodos participativos que estimulem tanto a curiosidade quanto a apreensão das complexidades cósmicas.

Por meio de abordagens práticas e recursos visuais, almejamos não apenas a transmissão de conhecimento, mas também a criação de um ambiente propício à exploração autônoma e ao desenvolvimento crítico do pensamento científico. Unamo-nos, pois, na exploração das maravilhas do Big Bang, fomentando uma aprendizagem ativa e instigando o interesse pela cosmologia. Para iniciar essa proposta de atividade a primeira coisa que precisa ser feita é identificar os subsunçores, segundo Moreira:

Subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles (Moreira 2010).

Sabendo quais subsunçores os estudantes já trazem consigo, vai abrir novas oportunidades para o diálogo sobre o tema. Após esse momento de conhecimentos prévios passamos o material para que eles, em pequenos grupos, pudessem fazer a leitura para complementar os conhecimentos que já tinham, ou se tinha sobre o Big Bang.

FIGURA 36- Trilha do Big Bang.

Fonte: produzida pelo autor, 2023.

A trilha didática concebida abarca um percurso tangencial a uma representação visual do fenômeno do Big Bang, conforme evidenciado na Figura 36. Este trajeto é marcado por numerações que correspondem às casas, nas quais estão previstas variadas eventualidades, tais como penalidades (retrocesso de x casas, perda de uma rodada de jogo, retorno ao ponto inicial), bonificações (avanço de x casas, troca de posição com o jogador à frente) e inquirições a serem respondidas. Quando o marcador se estacionar em uma casa marcada com um envelope, o participante será incumbido de responder uma questão previamente preparada pelo docente.

Incumbe ao professor providenciar as questões para prevenir contratempos, no entanto, sugere-se que sejam formados grupos reduzidos (composta por, no máximo, cinco membros), os quais, mediante recursos de apoio, deverão elaborar cinco questões cada, considerando, para uma turma de 30 discentes, a possibilidade de cada grupo formular perguntas referentes a dois tópicos distintos. Outra etapa da atividade seria a entrega das questões, na qual os alunos, em círculo, selecionam um colega para responder à primeira pergunta de sua lista, seguida pela formulação de uma pergunta ao próximo participante, prosseguindo em sucessão até a resposta de todas as questões.

Posteriormente, a classe foi dividida em equipes para a confecção do jogo, atribuindo-se responsabilidades específicas a cada grupo: a equipe de digitação, encarregada de transcrever as questões elaboradas; a equipe de desenho, incumbida de traçar as trilhas; a equipe de pintura, responsável por colorir as trilhas; e a equipe de recorte, encarregada de cortar os símbolos da trilha e as questões para

acondiçioná-las nos envelopes. Após essa etapa, espera-se que a trilha esteja pronta para ser utilizada. Cada envelope conterá as perguntas desenvolvidas anteriormente. Durante o jogo, os alunos jogarão em grupos, sendo cada grupo representado por um marcador de cor distinta, cujos movimentos serão determinados pelo lançamento de dados e pelas indicações presentes na legenda das casas. Além das numerações das casas e demais elementos legíveis, a trilha deve incluir a representação visual de um envelope, indicando que, ao se posicionar sobre tal casa, o jogador deve selecionar uma questão do envelope para responder com seu grupo. O objetivo do jogo é completar o percurso no menor tempo possível.

Trata-se de um jogo simples que proporciona aos estudantes um ambiente propício ao aprendizado da Astronomia, enfatizando a participação ativa dos discentes em todas as etapas do processo de construção do jogo, promovendo, assim, um sentimento de pertencimento e engajamento.

3.4.2 Gincana e Mostra do Conhecimento

A Gincana de Astronomia realizada na instituição educacional transcorreu com êxito nos dias 22 e 23 de novembro de 2023, alcançando os resultados esperados. No primeiro dia do evento (22/11/2023), foram conduzidas atividades que demandavam um espaço amplo, incluindo o lançamento de foguetes em trajetórias oblíquas e horizontais, bem como o emprego de catapulta para lançamentos.

Essas atividades, como ilustrado na Figura 37, foram de grande impacto, proporcionando a cada grupo duas oportunidades tanto para o lançamento de foguetes quanto para o uso da catapulta, sendo considerada apenas a melhor marca obtida. Esse momento de intensa competição, onde cada grupo buscava alcançar a excelência, contribuiu significativamente para dinamizar o caráter lúdico da atividade.

No segundo dia do evento, datado em 23/11/2023, foram conduzidas atividades diversas, incluindo a exposição de experimentos, jogos de dominó e de memória, além de trilhas didáticas, abrangendo os conceitos de Kepler e do Big Bang (Ver Figura 38).

Figura 37- Grupos realizando os lançamentos de foguetes e projéteis com catapulta



Fonte: produzida pelo autor, 2023.

Figura 38 - Grupos realizando as atividades do segundo dia (experimentos, dominó, jogo da memória e trilhas (de Kepler e do Big Bang)).



Fonte: produzida pelo autor, 2023.

Os jogos mencionados anteriormente, como ilustrado na Figura 38, evidenciam o engajamento das equipes nas atividades conduzidas. O Quadro 01 apresenta uma lista dos jogos e experimentos desenvolvidos de maneira colaborativa, os quais foram subsequentemente apresentados e praticado pelos participantes. De todas as produções elencadas no Quadro 01, observa-se que todas receberam uma pontuação durante a Gincana científica, exceto a trinca de Newton, que apenas foi reexaminada. Isso se deu devido à ausência de elementos suficientes que permitissem a atribuição de uma pontuação gradual entre as equipes participantes

Quadro 01- Quadro de experimentos e jogos e os objetos de conhecimento relacionados.

EXPERIMENTO	OBJETOS DO CONHECIMENTO RELACIONADOS
LANÇAMENTO OBLÍQUO DE FOGUETE	FÍSICA- Lançamento oblíquo, referencial, velocidade média, trajetória e deslocamento; MATEMÁTICA- Ângulos e suas medidas, Operações básicas (adição, subtração, multiplicação, divisão) com números inteiros e racionais.
LANÇAMENTO HORIZONTAL DE FOGUETE GUIADO	FÍSICA- Velocidade média, Trajetória e Deslocamento, Aceleração MATEMÁTICA- Ângulos e suas medidas; Operações básicas (adição, subtração, multiplicação, divisão) com números inteiros e racionais; Arco de circunferência.
LANÇAMENTO DE PROJÉTIL COM A CATAPULTA	FÍSICA- Lançamento oblíquo, deslocamento; MATEMÁTICA- Ângulos e suas medidas, Operações básicas (adição, subtração, multiplicação, divisão) com números inteiros e racionais.
TRINCA DE NEWTON	FÍSICA - 1ª, 2ª e 3ª Lei de Newton
JOGO	OBJETOS DO CONHECIMENTO

	RELACIONADOS
DOMINÓ DOS ASTROS	FÍSICA- Terra e sistema solar. O universo e sua origem e compreensão humana do universo.
DOMINÓ DA ÓPTICA	FÍSICA- Óptica, Reflexão, refração e absorção.
MATEMÁTICA E ASTRONOMIA NO JOGO DE TABULEIRO	MATEMÁTICA- Estudo do plano cartesiano. GEOGRAFIA- Planeta Terra: coordenadas, movimentos e fusos horários.
TRILHA DE KEPLER	FÍSICA- Leis de Kepler
JOGO DA MEMÓRIA	FÍSICA -Terra e Sistema Solar. O universo e sua origem e compreensão humana do universo.
TRILHA ORIGEM DO UNIVERSO	FÍSICA- Big Bang: Origem e Evolução do Universo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

4 RESULTADOS

Neste capítulo, são expostos os resultados preliminares da pesquisa em andamento. Isso engloba a avaliação dos estudantes em relação aos jogos e experimentos desenvolvidos, a tabulação dos dados referentes à taxa de reprovação e evasão escolar, bem como a análise específica da reprovação nos componentes curriculares de Física e Matemática.

4.1 – Análise dos resultados de reprovação e abandono escolar no 1º ano do Ensino Médio de 2019 a 2023 no CEAVB.

Os dados utilizados nesta pesquisa, presentes na Tabela 1 sobre reprovação e abandono escolar pertencem a uma base de dados abertos e públicos do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira- INEP.

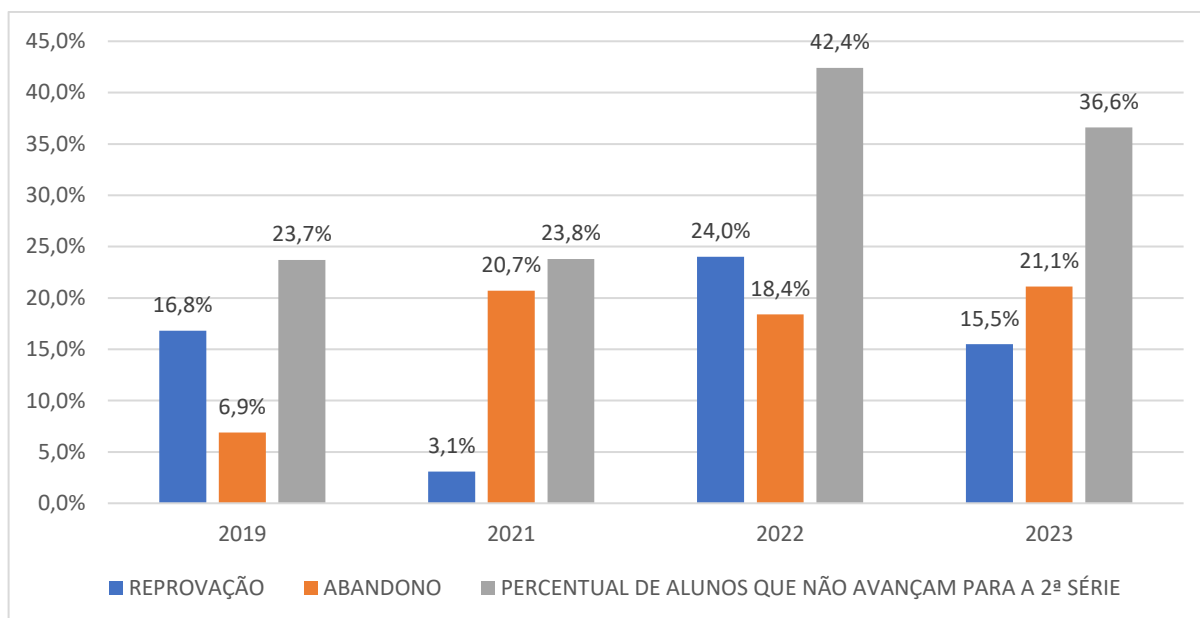
Os dados referentes ao ano de 2023 não estão disponíveis no portal do INEP. Em vez disso, foram coletados a partir de documentos institucionais, especificamente da ata do conselho de classe final do ano de 2023. Diante dos dados apresentados é possível perceber que em 2021 houve uma redução significativa no índice de reprovados em relação a 2019, mas em contrapartida o índice de abandono cresceu muito.

Tabela 1: Reprovação e abandono escolar 1ª Série do Ensino Médio de 2021 a 2023 no CEAVB

Ano	Reprovação	Abandono	Percentual de alunos que não avançam para a 2ª Série.
2019	16,8%	6,9%	23,7%
2020	PANDEMIA	PANDEMIA	PANDEMIA
2021	3,1%	20,7 %	23,8%
2022	24,0 %	18,4%	42,4 %
2023	15,5%	21,1%	36,6%

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do INEP e de documentos institucional.

Figura 39- Reprovação e abandono escolar 1ª Série do Ensino Médio de 2021 a 2023 no CEAVB



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do INEP e de documentos institucionais.

Já 2022 houve um crescente no percentual de reprovação em relação ao ano 2021 e uma tímida redução na taxa de abandono, não muito diferente em 2023 o índice reprovação diminuiu um pouco em relação a 2022, mas o abandono escolar, extremamente alto, superando o ano 2021 que já foi muito alto.

Os dados exibidos na Figura 39 representam a disseminação dos percentuais de reprovação, abandono e alunos da 1ª série do Ensino médio que não avançam para a 2ª série, conforme delineado na Tabela 2. Os esforços continuam sendo direcionados para a ampliação e aprimoramento de iniciativas voltadas à mitigação dos resultados negativos observados, de modo a torná-las cada vez mais acessíveis aos professores em sala de aula. O produto educacional desenvolvido neste estudo, a Cartilha de jogos e experimentos de Física e Matemática, intitulada: Praticando e aprendendo astronomia com ludicidade e interdisciplinaridade, representa uma oportunidade para disponibilizar um recurso didático adicional, destinado a enriquecer o conjunto de ferramentas pedagógicas dos professores. A finalidade é agregar esforços na redução das taxas de reprovação e evasão escolar.

Dado o enfoque do presente trabalho nos componentes curriculares de Física e Matemática, áreas em que os índices de reprovação e de abandono se destacaram, realizamos uma análise minuciosa dos dados com o propósito de identificar as taxas de reprovação especificamente nessas disciplinas durante o período de 2019 a 2023.

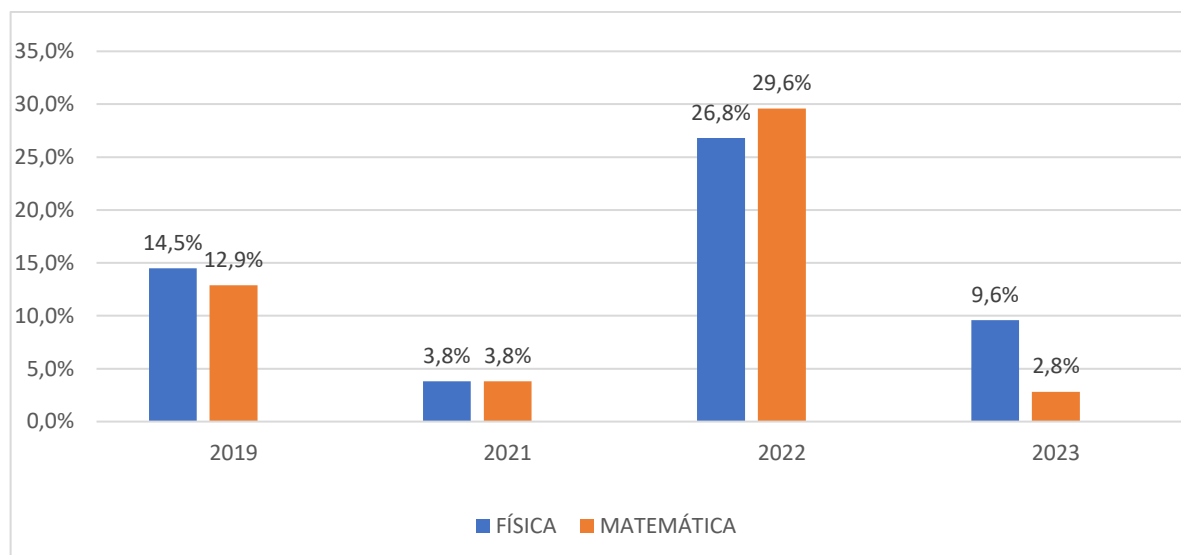
TABELA 2: Reprovação em Física e Matemática na 1ª Série do Ensino Médio de 2019 a 2023 no CEAVB

Ano	FÍSICA	MATEMÁTICA
2019	14,5%	12,9%
2020	PANDEMIA	PANDEMIA
2021	3,8%	3,8%
2022	26,8%	29,6
2023	9,6%	10,5%

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de documentos institucional / 2024.

A análise da Tabela 2 revela que, no ano de 2019, os índices de reprovação nas disciplinas de Física e Matemática eram consideravelmente elevados. Em 2020, em meio à pandemia de COVID-19, e no ano subsequente, com a implementação do ensino híbrido ainda em contexto pandêmico, observou-se uma significativa redução na taxa de reprovação. Entretanto, em 2022, os índices de reprovação apresentaram um aumento substancial, sugerindo uma possível relação com os anos anteriores de interrupção no ensino presencial e a transição para o ensino híbrido, durante os quais muitos alunos enfrentaram dificuldades em receber acompanhamento adequado, resultando em lacunas de aprendizagem significativas ao ingressarem na 1ª Série do Ensino Médio. No ano subsequente, 2023, observa-se uma tendência de queda no percentual de reprovação tanto em Física quanto em Matemática, indicando possíveis melhorias no cenário educacional e no desempenho dos alunos.

Figura 40: Reprovação em Física e Matemática na 1ª Série do Ensino Médio de 2019 a 2023 no CEAVB.



Fonte- Elaborado pelo autor com base nos dados de documentos institucional / 2024.

Os dados exibidos na Figura 40 representam a disseminação dos percentuais de reprovação, tanto em Física quanto em Matemática, conforme delineado na Tabela 2.

4.2 Avaliação dos estudantes com os jogos e experimentos que foram desenvolvidos

Ao longo da implementação das atividades lúdicas, envolvendo jogos e experimentos, foi notória a expressão de contentamento por parte dos estudantes em participar ativamente do processo de construção do conhecimento, conferindo significado ao aprendizado em curso. Evidenciou-se o quanto tais atividades foram capazes de engajar os alunos, que anteriormente demonstravam pouco interesse nas aulas. Uma análise dos dados apresentados na Tabela 1 revela uma variação considerável ao longo do tempo, com flutuações que, em alguns casos, mostraram melhorias em um ano seguidas de declínios em outro. Contudo, é importante ressaltar que alguns dos resultados desfavoráveis estão associados a uma série de fatores

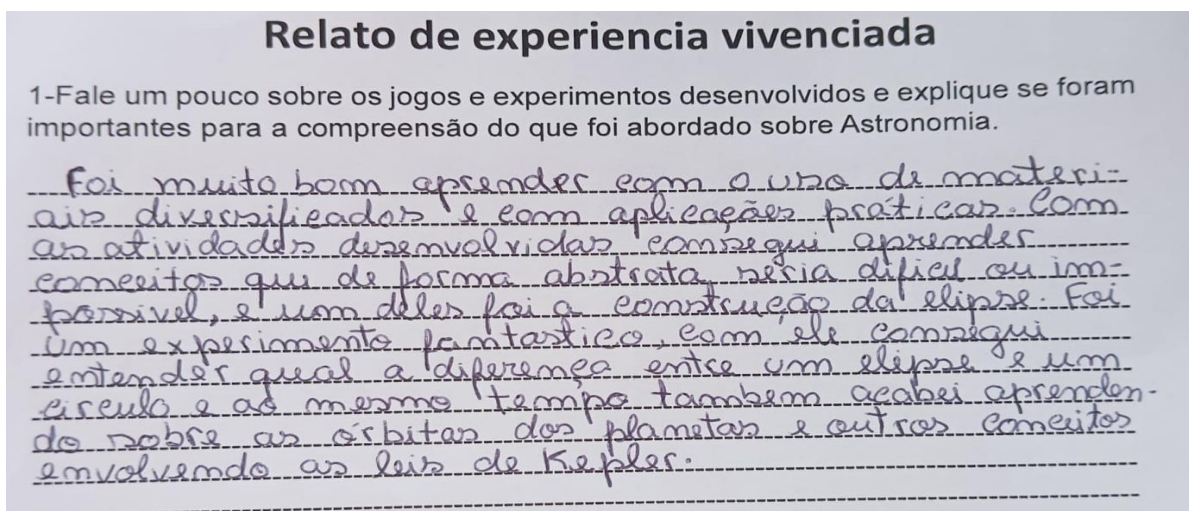
externos, sobre os quais temos limitado controle, especialmente questões de ordem emocional, familiar e financeira.

Com o intuito de avaliar a eficácia da abordagem utilizada para apresentar os objetos do conhecimento, procedemos com uma investigação direta da satisfação dos estudantes. Para tanto, propomos uma questão aberta, solicitando que elaborassem relatos de experiências vivenciadas durante as aulas em que foi estabelecido um paralelo entre teoria e prática. O direcionamento foi o seguinte:

“Fale um pouco sobre os jogos e experimentos desenvolvidos e explique se foram importantes para a compreensão do que foi abordado sobre Astronomia”.

Tivemos bastante relatos com respostas interessantes e às vezes engraçadas, mas o mais importante é que pelos escritos dos estudantes deu para sentir que o resultado foi satisfatório, desde as atividades desenvolvidas em grupos em sala até a culminância com os jogos e experimentos. Aqui estão alguns dos relatos que foram registradas:

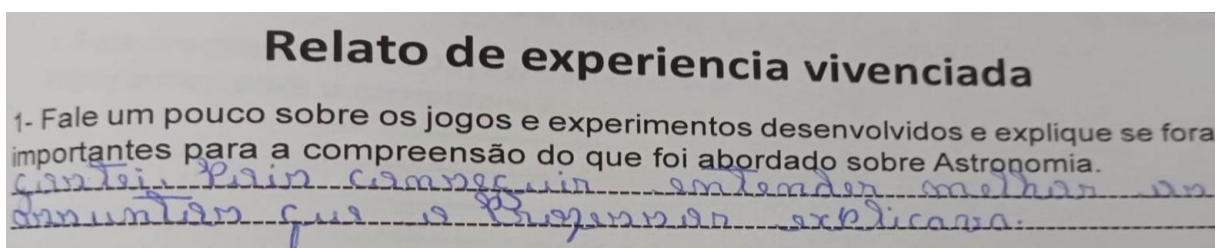
Figura 41 Relato de experiência do aluno A



Fonte: produzida pelo autor, 2023.

“Foi muito bom aprender com o uso de materiais diversificados e com aplicações práticas. Com as atividades desenvolvidas consegui aprender conceitos que de forma abstrata seria difícil ou impossível, e um deles foi a construção da elipse. Foi um experimento fantástico, com ele consegui entender qual a diferença entre uma elipse e um círculo e ao mesmo tempo também acabei aprendendo sobre as órbitas dos planetas e outros conceitos envolvendo as leis de Kepler”.

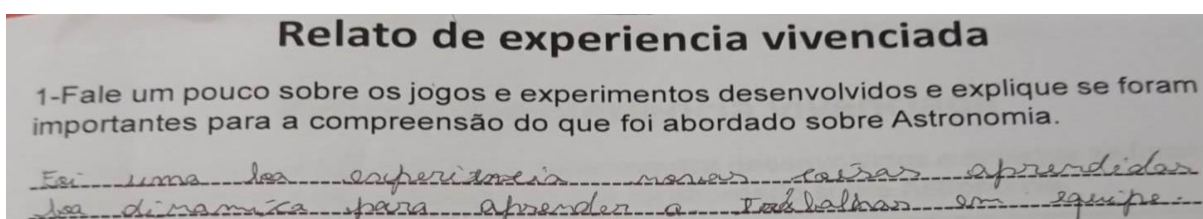
Figura 42 Relato de experiência do aluno B



Fonte: produzida pelos autores, 2023.

“Gostei, pois conseguir entender melhor os assuntos que o professor explicava.”

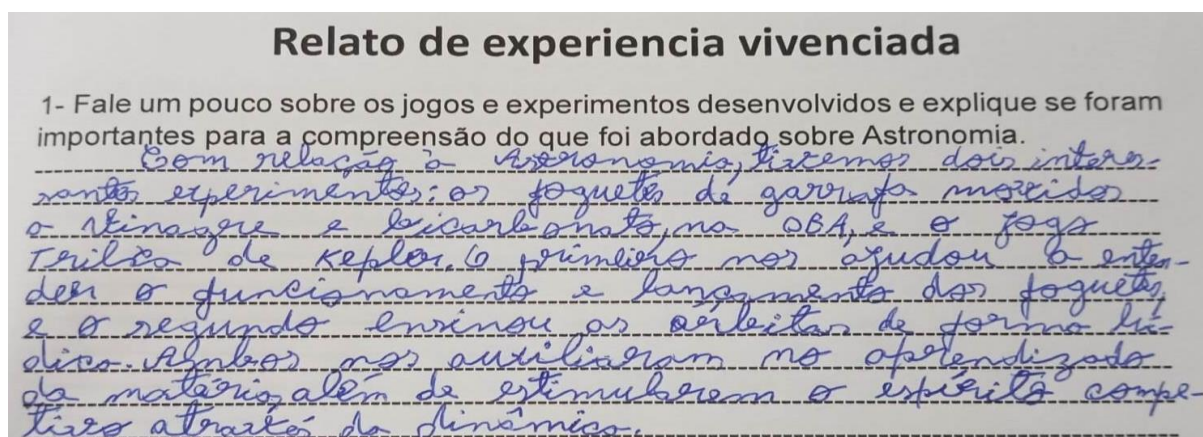
Figura 43 Relato de experiência do aluno C



Fonte: produzida pelo autor, 2023.

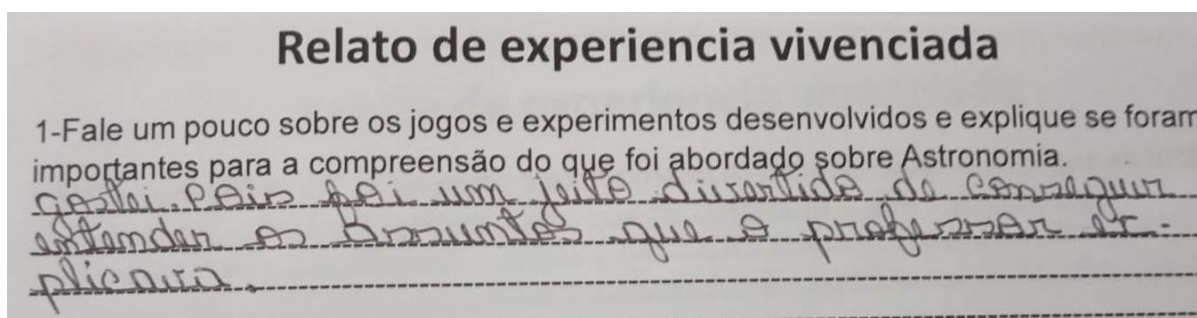
“Foi uma boa experiência, novas coisas aprendidas, boa dinâmica para aprender a trabalhar em equipe”.

Figura 44 Relato de experiência do aluno D



Fonte: produzida pelo autor, 2023.

“Com relação a Astronomia tivemos dois interessantes experimentos; os foguetes de garrafa movido com vinagre e bicarbonato, na OBA e o jogo Trilha de Kepler. O primeiro nos ajudou a entender o funcionamento e o lançamento dos foguetes e o segundo ensinou as órbitas de forma lúdica. Ambos nos auxiliaram no aprendizado da matéria, além de estimularem o espírito competitivo através da dinâmica”.

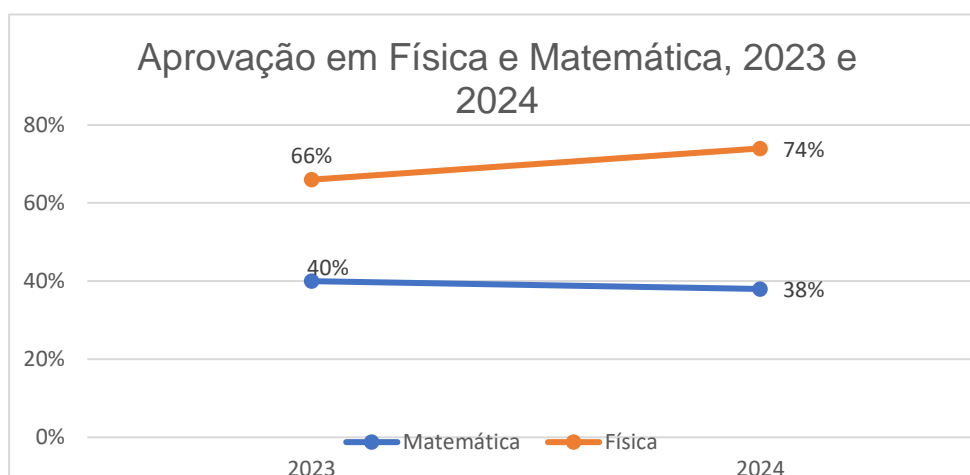
Figura 45 Relato de experiência do aluno E

Fonte: produzida pelo autor, 2023.

“Gostei, pois foi um jeito divertido de conseguir entender os assuntos que o professor explicava”.

Para uma análise do desempenho dos estudantes em relação ao ano passado, foi feita uma coleta de dados referente ao resultado do primeiro semestre em Física e Matemática e foram obtidos os resultados apresentados na Figura 46.

Figura 46- Aprovação em Física e Matemática na 2ª Série do Ensino Médio do CEAVB 1º semestre de 2023 e 1º semestre de 2024



Fonte: produzida pelo autor, 2024.

Os resultados de 2024, que mostram uma pequena redução em Matemática e uma variação positiva em Física, podem ser explicados pelo impacto duradouro da metodologia inovadora aplicada em 2023. Essa abordagem, baseada em jogos educativos, experimentos práticos e uma gincana científica, aumentou

significativamente o engajamento e a compreensão dos alunos. Apesar da mudança no corpo docente, os fundamentos e o aprendizado sólido adquiridos com essa metodologia continuam a influenciar positivamente o desempenho dos alunos. A variação positiva em Física é um claro indicativo de que os conceitos aprendidos em 2023 ainda servem de alicerce, enquanto a pequena redução em Matemática sugere que, embora os desafios sejam contínuos, a base sólida construída no ano anterior ajudou a manter os resultados relativamente estáveis. Portanto, é essencial reconhecer a importância de metodologias inovadoras e interativas, que promovem um aprendizado profundo e duradouro, beneficiando os alunos a longo prazo.

Com o ensino interdisciplinar entre a Física, Matemática e Astronomia, e que essa metodologia de ensino apresente elementos lúdicos que contribuam para a qualificação da aprendizagem. Espera-se que a Gincana de Astronomia na Escola seja um motivador para o ensino de ciências em geral; que o produto educacional na forma de Cartilha torne um material acessível a outros professores para que possam usufruir do material desenvolvido com seus estudantes.

Vimos que nem sempre o professor tem a sua disposição um material com uma alternativa de atividades que possam ser desenvolvidas com sua turma e principalmente quando esse material traz atividades diferenciadas que pode proporcionar um ambiente diferenciado em sala, uma forma diferente de aprender, uma aplicação prática do conteúdo, em fim.

A ideia é que futuramente, possamos produzir uma versão melhorada da Cartilha com jogos e experimentos envolvendo outros objetos do conhecimento mais complexo e propostas de atividades para o Ensino Fundamental.

5 DISCUSSÃO

Ao longo da revisão da literatura, foi observado um corpus substancial de trabalhos que advogam pela integração do ensino de Astronomia, utilizando distintos componentes curriculares como meio de contextualização. Alguns desses estudos destacam-se por sua excelência na elaboração e no impacto positivo no aprendizado dos estudantes em relação ao tema astronômico, enquanto outros apresentam limitações nesse aspecto. Entretanto, é notável o esforço contínuo em buscar estratégias que propiciem o êxito do ensino de Astronomia, sugerindo sua viabilidade e importância no contexto educacional.

O presente estudo adota uma abordagem diferenciada ao não se limitar à mera apresentação de conceitos astronômicos aos estudantes, mas sim possibilitando que estes participem ativamente do processo de elaboração do material didático. Durante essa etapa de construção do recurso, os próprios alunos são instigados a construir conceitos astronômicos dentro do contexto abordado. O diferencial e a relevância desse método residem no fato de que, após a elaboração dos recursos e a internalização dos conceitos, os resultados são aplicados em uma Gincana científica, proporcionando aos estudantes não apenas diversão, mas também a oportunidade de interagir com o conhecimento que adquiriram.

É possível sim promover o ensino e aprendizagem de Física e Matemática na 1ª série do Ensino Médio por meio da atividade lúdica “Gincana de Astronomia na Escola”. No entanto, é importante notar que, devido à ausência do isolamento de fatores, não se pode garantir que a melhoria no índice de aprovação esteja diretamente relacionada às atividades desenvolvidas. Embora essa correlação não possa ser afirmada com certeza, é inegável que tais atividades contribuíram significativamente para o aprendizado. Através do engajamento dos discentes em uma abordagem lúdica e contextualizada, foi possível verificar melhorias no entendimento dos conceitos, na motivação para aprender e na participação em sala de aula, refletindo assim, de maneira positiva, no desempenho acadêmico dos estudantes.

6 CONCLUSÕES

A pesquisa em questão é considerada de grande relevância, não somente devido à implementação de atividades lúdicas, mas principalmente pela concepção dessas atividades com um propósito específico, que incorporou os estudantes diretamente no processo de construção do conhecimento, estimulando-os a propor, criar e avaliar as práticas desenvolvidas. Este estudo reitera a importância da abordagem lúdica no ensino, corroborando com as ideias previamente expressas por renomados pesquisadores da educação, como Piaget, Vygotsky, Wallon, Macedo e Luckesi, os quais reconhecem sua relevância como estratégia para promover a construção do conhecimento e o desenvolvimento de diversas habilidades nos indivíduos.

Por meio dessas estratégias de ensino, observou-se um aumento significativo no engajamento dos estudantes durante o processo de aprendizagem, o que resultou em eventos relevantes nas atividades realizadas em sala de aula, incluindo a participação ativa de discentes que anteriormente demonstravam pouco interesse. Ademais, verificou-se uma melhoria no desempenho acadêmico dos estudantes nos componentes curriculares de Física e Matemática, bem como uma compreensão mais aprofundada dos conteúdos relacionados à Astronomia, refletindo-se positivamente nas notas e no índice de aprovação nessas disciplinas. Contudo, é importante ressaltar que, sem o controle adequado de outros fatores, não é possível afirmar conclusivamente que os resultados positivos alcançados são exclusivamente atribuíveis à proposta desenvolvida. Todavia, é notável o papel das atividades lúdicas como parte essencial na contribuição para aprimorar não apenas os índices de aprovação e permanência escolar, mas também na integração dos estudantes nas atividades em sala de aula e no convívio com a turma.

Reconhecemos que a implementação de atividades lúdicas em salas de aula com um grande número de estudantes é um desafio para os professores, demandando um planejamento sólido para evitar ociosidade, que pode ser prejudicial para o sucesso das atividades, especialmente em turmas numerosas. No entanto, com interesse e um planejamento cuidadoso, inclusive para lidar com imprevistos, é possível desenvolver essas atividades com êxito.

Após a culminância com a gincana, pegamos todos os materiais e elaboramos um produto educacional denominado de Cartilha, este documento contém experimentos e vários jogos para serem desenvolvidos com participação dos estudantes, indicação de recursos necessários para reprodução, objetos do conhecimento que podem ser relacionados, habilidades da BNCC além de todas as regras e instruções de uso. Também criamos um segundo produto educacional, a saber, um e-book, essa ferramenta baseada na Cartilha "Praticando e Aprendendo Astronomia com Ludicidade e Interdisciplinaridade," oferece uma estrutura organizacional completa para a realização de uma gincana escolar. Este plano inclui todas as atividades descritas na Cartilha, proporcionando aos professores um guia detalhado para a execução de um evento dinâmico e educativo.

O e-book, Explorando o Cosmos: Guia de Gincanas Astronômicas Para Professores, é uma ferramenta adicional que pode ser utilizada de maneira flexível, em que os professores têm a liberdade de escolher entre as atividades lúdicas da Cartilha para implementar de forma isolada, ou seguir o plano completo para desenvolver todas as atividades propostas e culminar em uma grande gincana. Este documento foi criado para servir de suporte aos educadores, ajudando na organização e coordenação do evento, desde a preparação dos materiais até a execução das atividades.

Almejamos que as propostas apresentadas, tanto a cartilha quanto o e-book, sejam amplamente difundidas entre colegas da área e adotadas por outros professores e instituições de ensino. Assim, essas ferramentas poderão ser reconhecidas como recursos relevantes para o ensino de Física e Matemática, criando novas oportunidades para a integração da Astronomia nas práticas pedagógicas. Essa abordagem tem o potencial de gerar benefícios significativos para a aprendizagem dos estudantes nas referidas áreas do conhecimento.

Além das contribuições mencionadas, vislumbramos a possibilidade de ampliar a proposta aqui apresentada, adaptando-a para outros níveis de ensino, como o Ensino Fundamental (anos iniciais e finais) e as séries subsequentes do Ensino Médio (2ª e 3ª séries). Essa expansão permitirá avaliar a eficácia das atividades lúdicas em diferentes contextos educacionais e em faixas etárias distintas. Para consolidar essa abordagem, torna-se fundamental realizar novas aplicações com controle rigoroso de variáveis externas, a fim de isolar os efeitos específicos da metodologia lúdica

proposta e obter dados mais precisos sobre seus impactos na aprendizagem e no engajamento dos estudantes. Desta forma, o desenvolvimento de estudos complementares poderá fortalecer a evidência empírica acerca dos benefícios dessa metodologia, contribuindo significativamente para a evolução das práticas pedagógicas voltadas ao ensino de Física, Matemática e Astronomia, ampliando o alcance e a relevância da proposta para diferentes contextos educacionais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. N. **Dinâmica lúdica: técnica de jogos pedagógicos**. São Paulo: Editora Loyola, 1974.

ALVES, G. O. **Mecânica lagrangiana e hamiltoniana**, 2011.

ARAÚJO, A.S. de; Rodrigues, L. J.; Silvestre, I. M. B.; Fonseca, J. C.; Schulz, L. M.; Vieira, L. B.; Pierre De Fermat: **Advogado Por Profissão Matemático De Coração**. 2008.

BAHIA. Secretaria da Educação do Estado da Bahia. **Feira de Ciências da Bahia**. Disponível em: <https://www.educacao.ba.gov.br/>. Acesso em: 14 maio 2024.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 24 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Ensino Médio. **Ministro da Educação entrega Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio ao CNE**, 03 de abril de 2018. Áreas de Atuação. 2018a. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf. Acesso em: 15 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza**. Brasília: Ministério da Educação, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. **Taxas de Rendimentos**. Portal do Governo Federal, 31 jan. 2022. IDEB. 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/indicadores-educacionais/taxas-de-rendimento>. Acesso em: nov. 2022.

BRASIL. Sociedade Astronômica Brasileira. **Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica**. Disponível em: <http://www.oba.org.br/>. Acesso em: 24 ago. 2023.

BUFFON, A. D.; NEVES, M. C. D.; PEREIRA, R. F. **A formação de professores na educação em Astronomia: uma revisão bibliográfica em periódicos nacionais**. Revista Valore, v. 3, edição especial, p. 678-689, 2018.

CARRILHO, J. J. da S. **Astronomia no ensino médio, a ciência e o lúdico: desafiando e educando**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.

CARVALHO, K. D.; QUEIROZ, G. B. **Formação de professores e ensino de astronomia: desafios e perspectivas**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 9, n. 2, p. 51-68, 2016.

CARVALHO, T. F. G. de; RAMOS, J. E. F. **A BNCC e o Ensino da Astronomia: o que muda na sala de aula e na formação dos professores**. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, v. 02, n. 02, 2020.

CASTRO, M. A. de L. **Astronomia e o Ensino de Matemática: A Interdisciplinaridade para a efetivação de um currículo crítico**. Disponível em: <https://ury1.com/FLYY3>. Acesso em: 01 set. 2023.

CORDEIRO, J. C. L. **Material didático contextualizado na astronomia para contribuir na melhoria de habilidades matemáticas dos estudantes no ensino médio em física e matemática**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2017.

DANTAS, R. da S. **Formação continuada de professores de ciências para o ensino de astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

DA SILVA, R. G.; DA SILVEIRA, A. F. **Utilizando abordagens diferenciadas para o ensino de física: o relato de uma proposta sobre astronomia**, 2015.

D'ÁVILA, C. Eclipse do lúdico. In: D'ÁVILA, Cristina (Org.). **Educação e ludicidade: ensaios 04**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Educação, GEPE, p. 11-19, 2007.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DEMO, P. **Saber pensar**. São Paulo: Cortez, 2000.

FERNANDES, S. S.; ZANARDI, M. C. F. P. S. **Fundamentos de Astronáutica e suas aplicações**. v. 1. São Bernardo do Campo: EdUFABC, 2018.

FERREIRA, O. R.; VOELZKE, M. R. **Análise do banco de dados de teses e dissertações do DME/UFSCar sobre educação em astronomia**. Anais do Encontro de Produção Discente PUCSP/Cruzeiro do Sul, São Paulo, p. 1-12, 2012.

FIALHO, N. N. **Jogos no ensino de química e biologia**. Curitiba: Ibpex, 2007.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, D. C.; LOPES, R. F. **Metodologias ativas no ensino de astronomia: um estudo de caso com professores do ensino fundamental**. Educação e Pesquisa, v. 39, n. 3, p. 559-576, 2013.

GEE, J. P. **Learning and games**. Chicago: MacArthur Foundation Digital Media and Learning Initiative, 2008.

GIORDANI, A. T.; BORGES FERREIRA PIRES, P. A. **Normas editoriais, orientação aos autores: cartilhas**. Cornélio Procópio: Editora UENP, 2020.

GUEDES, M. S. **Formação continuada de professores de ciências: um enfoque na astronomia. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 2, p. 47-65, 2014.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 2011.

KUTNER, M. L. **Astronomy: A physical perspective**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

LOPES, L. M. B. F. **Jogos de mesa para idosos: análise e considerações**. São Paulo, 2009.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. São Paulo: Cortez, 2014.

MARTÍNEZ, I. G. **Kit-Astronomia: um recurso didático para inserção das ciências no ensino básico**, 2011.

MÁXIMO, A. **Curso de física**. v. 1, 3. ed. São Paulo: Editora Scipione, 2006.

MATOS, A. A. **A construção e a utilização de instrumentos astronômicos antigos: um recurso pedagógico para o ensino e aprendizagem de geometria e trigonometria**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2020.

MOL, R. S. **Introdução à história da matemática**. Belo Horizonte: CAED-UFMG, 2013.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?**. Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 abr. 2010.

MORAIS, M. D. de. **Saberes e fazeres etnomatemáticos na agricultura guarani**, 2024.

MOURA, E. M.; SILVA, J. C. **Reprovação escolar: Discutindo mitos e realidades**. Disponível em: <https://www.scribd.com/document/339475977/Reprovacao-Escolar-Discutindo-Mitos-e-Realidades>. Acesso em: 20 nov. 2022.

MURRAY, C. D.; DERMOTT, S. F. **Solar System Dynamics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. DOI: 10.1017/CBO978113917481.

NASCIMENTO, J. B. et al. **Cicloide e braquistócrona: Um exemplo de interdisciplinaridade com uma abordagem experimental**. Porto Alegre: SBF, 2014.

NUNES, L. G. **Utilização de jogos didáticos no ensino de ciências**. Curitiba: Ibpex, 2012.

OLIVEIRA, A. J. A. **Ludicidade e ensino: a dinâmica de aprender e se divertir**. In: TAPIA, J. A.; FITA, E. C. A motivação em sala de aula – o que é, como se faz. 2. ed. São Paulo: Edições Loyola, 1999.

PAGANOTTI, A.; VOELZKE, M. R. **Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Astronomia: Análise das Tendências Apresentadas nos Anais dos Principais Congressos de Ensino de Ciências do Brasil**. Revista Ciências & Ideias, v. 14, n. 2, 2023. ISSN 2176-1477.

PAPERT, S. **Children, computers and powerful ideas**. New York: Basic Books, 1990.

PELLENZ, D.; T., J. C. **Atividades experimentais em astronomia para a construção do conhecimento através de uma proposta interdisciplinar e contextualizada**. Scientia Cum Industria, v. 2, n. 2, p. 73-76, 2014.

PÔRTO, C. da S. **Os Foguetes: História e Desenvolvimento**, 2010.

RIBEIRO, J. S.; CARVALHO, J. P. dos S. **Praticando e aprendendo Astronomia com ludicidade e interdisciplinaridade**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, (2024a).

RIBEIRO, J. S.; CARVALHO, J. P. dos S. **Explorando o cosmos: Guia de gincanas astronômicas para professores**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, (2024b).

ROY, A.; CLARKE, D. **Astronomy: Principles and practice**. 4. ed. London: Institute of Physics Publishing, 2003.

SENNA, A. (1994). Ayrton **Senna's Thoughts on Teamwork**. **Revista Fórmula 1 Magazine**, (edição especial), p. 45.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

SIEMSEN, G. H. **A Pesquisa em Ensino de Astronomia para o Ensino Médio**. Disponível em: file:///C:/Users/visitante/Downloads/6838-25830-1-PB.pdf. Acesso em: 01 set. 2023.

SILVA, S. R. da; LANGHI, R. **Formação de professores para o ensino de Astronomia**. In: LANGHI, R.; NARDI, R. (Org.). **Educação em Astronomia: Perspectivas e desafios**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2020.

SOUZA, J. C. S. e. **Educação e História da Educação no Brasil**. São Paulo: Ed. Contexto, 2018.

SOUZA, K. R.; KERBAUY, M. T. M. **Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação**. Educação e Filosofia, v. 31, n. 61, p. 21-44, 2017.

SPRICIGO, C. B. **Estudo de caso como abordagem de ensino**. Disponível em: <https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/estudo-de-caso-como-abordagem-de-ensino.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2023.

VEGA, J. O. S.; A. **A magia da curva cicloide: braquistócrona e tautócrona**. São Paulo: Scortecci, 2011.

VIANNA, H. M. **Medida da qualidade em educação: apresentação de um modelo**. Estudos em Avaliação Educacional, v. 25, n. 60, p. 36-42, 2014.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

APÊNDICE A

Colégio Estadual Aldemiro Vilas Boas

Data ____/____/____. Série ____ Turma ____

Nome _____

Professor - Joelson Ribeiro



O CÉU DE OUTUBRO

Após assistir ao filme "O Céu de Outubro" (October Sky), responda de forma crítica e detalhada às seguintes questões. Suas respostas devem demonstrar uma compreensão profunda das temáticas abordadas no filme e sua relevância para o progresso científico e tecnológico. Utilize exemplos específicos do filme para embasar suas respostas.

1- Qual foi o impacto do lançamento do satélite Sputnik na vida dos personagens principais e na comunidade em que viviam?

2- Como a construção e o lançamento dos foguetes ajudaram os personagens a desenvolver habilidades em áreas como Matemática e Física?

3- De que maneira os sonhos e esforços dos personagens principais contribuíram para avanços na exploração espacial e inspiraram outras pessoas a perseguirem carreiras na ciência e tecnologia?

4- Quais são as lições que o filme nos ensina sobre a importância da colaboração e do apoio comunitário na realização de projetos científicos e tecnológicos?

APENDICE B

Colégio Estadual Aldemiro Vilas Boas

Data ____/____/____. Série ____ Turma ____

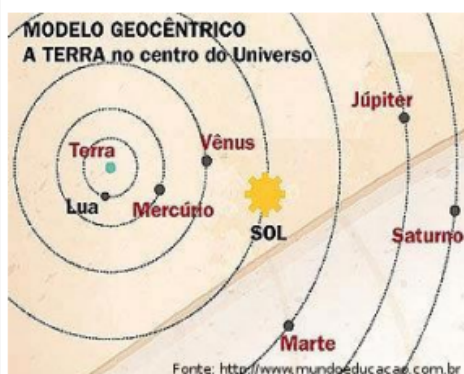
Nome _____

Professor - Joelson Ribeiro



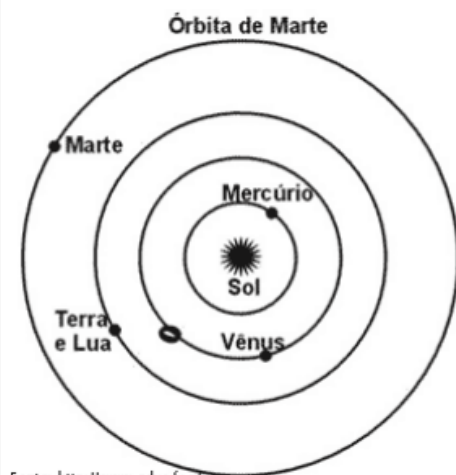
Astronomia: Uma abordagem sucinta sobre o Geocentrismo e o Heliocentrismo

Geocentrismo



A teoria do universo geocêntrico ou geocentrismo é o modelo cosmológico mais antigo. Na Antiguidade era raro quem discordasse dessa visão. Entre os filósofos que defendiam essa teoria, o mais conhecido era Aristóteles. Foi o matemático e astrônomo grego Claudius Ptolomeu (78-161 d.C.) quem, na sua obra "Almagesto", deu a forma final a esta teoria, que se baseia na hipótese de que a Terra estaria parada no centro do Universo com os corpos celestes, inclusive o Sol, girando ao seu redor. Essa visão predominou no pensamento humano até o resgate, feito pelo astrônomo e matemático polonês Nicolau Copérnico (1473-1543), da teoria heliocêntrica, criada pelo astrônomo grego Aristarco de Samos (310-230 a.C.).

Heliocentrismo



Historicamente, o heliocentrismo era oposto ao geocentrismo, que colocava a Terra no centro do universo. Apesar de as discussões da possibilidade do heliocentrismo datarem da antiguidade clássica, somente 1800 anos mais tarde, no século XVI, o tema ganhou notoriedade explícita ao suscitar e estabelecer o divórcio entre o pensamento dogmático religioso e o pensamento científico; a ele e ao julgamento de Galileu perante a Santa Inquisição remontando as origens da ciência em acepção moderna. Àquela época, o matemático e astrônomo polonês Nicolau Copérnico foi o primeiro a apresentar um modelo matemático preditivo consistente e completo de um sistema heliocêntrico. É o primeiro a escrever que a Terra gira em torno do Sol. Produz um modelo em que o Sol está no centro do sistema solar (Heliocentrismo) e que os planetas giram em torno do Sol. Seu modelo também faz previsões como o de Ptolomeu, contudo não é perfeito.

Para Copérnico, as órbitas dos planetas são circunferências e o Sol está no centro. Morre no ano da publicação de seu livro sobre Heliocentrismo. O modelo de Copérnico foi mais tarde reestruturado, expandido e aprimorado por Johannes Kepler. A explicação física causal para o modelo de Kepler foi fornecida por Isaac Newton via lei da gravitação universal, sendo o modelo então estabelecido de grande valia.

1- Com base na leitura do texto, leitura imagética identifique o modelo do sistema solar apoiado pelo Heliocentrismo e descreva como era o seu funcionamento de acordo com o cientista que o defendia.

2- Com base na leitura do texto, leitura imagética identifique o modelo do sistema solar apoiado pelo Geocentrismo e descreva como era o seu funcionamento de acordo com o cientista que o defendia.

APENDICE C

Colégio Estadual Aldemiro Vilas Boas

Data ____/____/____. Série ____ Turma ____

Nome _____

Professor - Joelson Ribeiro



FÍSICA

Leis de Kepler

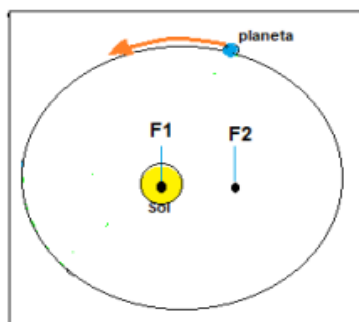
As Leis de Kepler são três leis, propostas no século XVII, pelo astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630), na obra *Astronomia Nova* (1609).

Elas descrevem os movimentos dos planetas, seguindo modelos heliocêntricos, ou seja, o Sol no centro do sistema solar.

Primeira Lei de Kepler

A 1ª Lei descreve as órbitas dos planetas. Kepler propôs que os planetas giram em torno do Sol, em uma órbita elíptica, com o Sol em um dos focos.

Nesta Lei, Kepler corrige o modelo proposto por Copérnico que descrevia como circular o movimento orbital dos planetas.

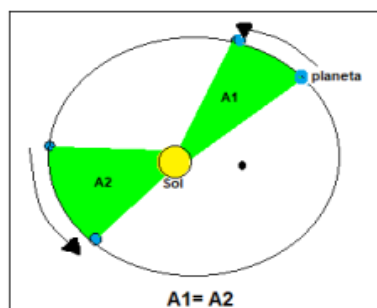


Segunda Lei de Kepler

A 2ª lei de Kepler assegura que o segmento (raio vetor) que une o sol a um planeta varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais.

Uma consequência deste fato é que a velocidade do planeta ao longo da sua trajetória orbital é diferente.

Sendo maior quando o planeta se encontra mais próximo do seu periélio (menor distância entre o planeta e o Sol) e menor quando o planeta se encontra próximo do seu afélio (maior distância do planeta ao Sol).



Terceira Lei de Kepler

A 3ª lei de Kepler indica que o quadrado do período de revolução de cada planeta é proporcional ao cubo do raio médio de sua órbita.

Por isso, quanto mais distante o planeta estiver do sol, mais tempo levará para completar a translação.

Matematicamente, a terceira Lei de Kepler é descrita da seguinte maneira:

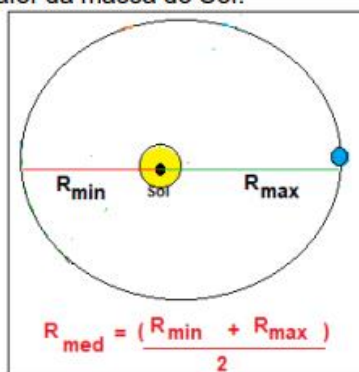
$$\frac{T^2}{r^3} = K$$

Em que:

T: corresponde ao tempo de translação do planeta

r: o raio médio da órbita do planeta

K: valor constante, ou seja, apresenta o mesmo valor para todos os corpos que orbitam ao redor do Sol. A constante K depende do valor da massa do Sol.



Portanto, a razão entre os quadrados dos períodos de translação dos planetas e os cubos dos respectivos raios médios das órbitas será sempre constante, conforme apresentado na tabela abaixo:

Planeta	Período de revolução (T)	Raio da órbita (r)	$K = \frac{T^2}{r^3}$
Mercúrio	0,241 anos	0,387 u.a.	1,002
Vênus	0,615 anos	0,723 u.a.	1,000
Terra	1 ano	1 u.a.	1,000
Marte	1,8881 ano	1,524 u.a.	0,999
Júpiter	11,86 anos	5,204 u.a.	0,997
Saturno	29,6 anos	9,58 u.a.	0,996
Urano	83,7 anos	19,14 u.a.	1,000
Netuno	165,4 anos	30,2 u.a.	0,993


Sendo 1 u.a. = 1 unidade astronômica = raio da órbita da Terra

Murray, C. D., & Dermott, S. F. Solar System Dynamics. Cambridge University Press. DOI: 10.1017/CBO978113917481, 1999.

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/leis-kepler.htm>

- 1- Explique o que você compreendeu sobre a 1ª lei de Kepler, 2ª lei de Kepler e 3ª lei de Kepler?
- 2- Por que o período de revolução do planeta Mercúrio em torno do Sol é menor que o da Terra?

APENDICE D

Colégio Estadual Aldemiro Vilas Boas Data ____/____/____. Série ____ Turma ____ Nome _____ Professor - Joelson Ribeiro	
<h3 style="margin: 0;">FÍSICA</h3> <h4 style="margin: 0;">SEQUENCIA DIDÁTICA</h4>	
<p>Temática. Ensino interdisciplinar velocidade escalar média com auxílio de aparato experimental da braquistócrona e outras curvas.</p> <p>Público-alvo. Estudantes do primeiro ano do Ensino Médio.</p> <p>Duração. 100 minutos</p> <p>Competências. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.</p> <p>Habilidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no sistema solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais. • Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos, em seus campos Álgebra e Geometria, para construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas. <p>No primeiro momento o professor deverá explicar a proposta de trabalho para os alunos do primeiro ano do ensino médio. O mediador seguirá as seguintes orientações para execução desta atividade: Inicialmente, o docente deverá explicar sobre o problema da braquistócrona que é um problema antigo que já foi um dos problemas mais cobiçado e gerou várias disputas na comunidade matemática. Joahnn Bernoulli chegou mesmo a chamar-lhe “curva fatídica do século XVII”.</p> <p>Que iremos utilizar o problema para o cálculo da velocidade de um corpo em queda livre sobre a influência da gravidade.</p> <p>Explicar que a relação da cicloide com a astronomia está relacionada à teoria do movimento dos corpos celestes e à descrição de órbitas. Isaac Newton, em seu trabalho revolucionário "Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica" (Princípios Matemáticos da Filosofia Natural),</p>	
1	

publicado em 1687, utilizou a cicloide como um exemplo de uma curva que poderia descrever a trajetória de um objeto em queda livre sob a influência da gravidade.

Questão 1

- **Já ouviram falar desse problema? Se sim, onde? Ele se refere a que?**

Nesse momento apresentarei a delicada pergunta que Joahnn Bernoulli publicou na revista, colocarei uma plataforma com duas torres onde uma torre representa o ponto A e a outra representa o ponto B e questionarei aos estudantes:

Questão 2

- **Quais tipos de trajetória podem utilizar para ilustrar esse caminho?**
- Dividir a turma em quatro grupos e sortear quatro temas de possíveis trajetórias que a partícula irá fazer sobre a influência da gravidade (reta, parábola, hipérbole e cicloide) do ponto A ao ponto B.
- Solicitar que os estudantes pesquisem sobre a história de cada uma das trajetórias, área de aplicação de cada uma delas, qual o princípio matemático de cada.
- Solicitar que cada equipe construa uma trajetória correspondente ao tema para posicionar da torre a torre B.
- Disponibilizarei uma folha de isopor para que cada grupo prepare sua curva para colocarmos nas torres.
- As equipes devem usar os materiais necessários para deixar a trajetória com o mínimo de atrito possível.
- Após a construção cada equipe deverá apresentar seu tema e os princípios matemáticos envolvidos.
- E em fim, o teste da partícula em cara uma das trajetórias todas ao mesmo tempo.
- Após o teste coletivo iremos calcular a distância de cada trajetória e o tempo que a partícula leva para atravessar cada uma de A até B.
- Tendo feito os cálculos acima vamos executar o próximo passo que é o cálculo da velocidade escalar média.
- Deverá ser feito o cálculo da velocidade em diferentes trechos da trajetória para que os estudantes percebam que a velocidade dependendo da posição da partícula.

APENDICE E

Colégio Estadual Aldemiro Vilas Boas

Data ____/____/____. Série ____ Turma ____

Nome _____

Professor - Joelson Ribeiro



A BRAQUISTÓCRONA – CURVA DE MENOR TEMPO

Você quer construir uma rampa entre dois pontos, um mais alto e outro mais baixo, e quer que uma bolinha escorregue por esta rampa no menor tempo possível. Qual é a forma da rampa para conseguir esse objetivo?

Esse foi o problema apresentado pelo físico e matemático suíço Jean Bernouilli no ano de 1696. O próprio Bernouilli já tinha achado uma solução, mas queria saber dos colegas se haveria outra prova diferente.

Vários cientistas da época atenderam o convite e enviaram suas ideias para Bernouilli. Entre eles, Leibniz, o irmão Jacques Bernouilli e Isaac Newton. Todos concluíam que a curva de menor tempo é uma Cicloide.

Esse problema ficou conhecido como a busca pela Braquistócrona, palavra vinda do grego e composta por “brakhisto” = “menor” e “chronos” = “tempo”.

O experimento que vamos descrever ilustra essa propriedade da braquistócrona, a curva de menor tempo. Nele, temos três rampas. Uma delas tem a forma de uma reta entre os pontos mais alto e mais baixo. Como sabemos, este é o caminho mais curto entre os dois pontos. A segunda tem a forma de uma cicloide. E a terceira tem a forma de uma hipérbole, escolhida por ter uma queda quase vertical no início da rampa.

Antes de realizar o experimento, vale a pena discutir o possível resultado e dar palpites sobre qual rampa será a mais rápida.

DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO:

No alto das rampas existe um mecanismo simples para apoiar as bolinhas e soltá-las todas ao mesmo tempo acionando uma alavanca.

Coloque as bolinhas em seus lugares no alto, mas, antes de acionar a alavanca prepare o dispositivo que fica no final das rampas.

Esse dispositivo é simplesmente uma cantoneira de alumínio que vira quando atingida por uma bolinha. Posicione a cantoneira de modo a ser virada pela primeira bolinha que chegar ao final. Desse modo, a bolinha mais rápida ficará isolada de um lado da cantoneira e as outras ficam do outro lado.

As bolinhas liberadas caem muito rapidamente e é bem difícil vê-las durante a queda. Essa é a razão de usarmos a cantoneira para separar a bolinha ganhadora.

Fazendo o experimento, você verifica que a bolinha mais rápida é justamente a que cai pela rampa na forma de cicloide.

DISCUSSÃO TEÓRICA:

É claro que este experimento não **prova** que a cicloide é a braquistócrona. Apenas mostra que ela ganha da reta e da hipérbole.

Para provar isso, precisamos de matemática. E foi isso que os cientistas que atenderam o desafio de Bernouilli fizeram.

Os métodos usados pelos contemporâneos de Bernouilli usavam truques de cálculo e geometria disponíveis na época. Posteriormente, vários matemáticos utilizaram uma técnica matemática chamada de “cálculo das variações”. Trata-se de um procedimento que permite achar uma função (no caso, a forma da rampa) que torna máximo ou mínimo o valor de uma variável (no caso, o tempo de queda). Essa técnica foi desenvolvida por grandes matemáticos como Euler e Lagrange.

Jean Bernouilli usou um processo bem engenhoso para achar a braquistócrona. Esse processo aproveitava resultados de ótica (refração) e técnicas desenvolvidas por Pierre Fermat.

A demonstração de Bernoulli está descrita detalhadamente em uma das referências que damos abaixo [1] e não precisa ser reproduzida aqui.

A CICLOIDE:

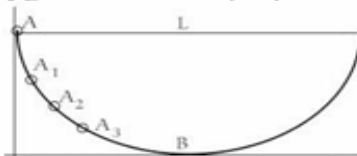
A **cicloide**, além de ser a braquistócrona, tem outras propriedades interessantes que podem ser exploradas em uma aula.

Essa curva pode ser obtida pelo deslocamento de um ponto da periferia de um círculo rolando, sem deslizar, por um plano horizontal.



Como mostrou o físico e relojoeiro holandês Christiaan Huygens, que viveu na mesma época que os demais citados acima, a cicloide também é uma **tautócrona**. Em grego, “tauto” significa “mesmo”, portanto, duas partículas descendo por uma cicloide a partir de pontos diferentes da curva chegam ao ponto mais baixo no mesmo tempo. Essa experiência é fácil de fazer no mesmo equipamento usado para demonstrar a braquistócrona.

E mais: a cicloide também é uma **isócrona**. Em uma pista de *skate* na forma de uma cicloide, uma partícula leva o mesmo tempo para completar uma oscilação, independente do ponto de onde for solta. Huygens usou essa propriedade em seus relógios.



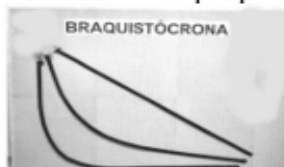
A cicloide é descrita pelas equações paramétricas:

$$x = \theta - \text{sen}(\theta) \text{ e } y = 1 - \text{cos}(\theta)$$

e a equação da hipérbole é simplesmente $y = 1/x$.

SUGESTÕES PARA A SALA DE AULA:

O professor pode reproduzir esse experimento em sala de aula sem muita dificuldade. É fácil montar as três rampas em uma única prancha de madeira usando tiras de borracha ou plástico e bilas de vidro ou bolinhas coloridas achadas em casas de bijuterias. Com esse equipamento simples, é possível ilustrar as propriedades descritas acima da cicloide.



Um truque extra consiste em fazer o experimento com a prancha inclinada. Com a prancha na vertical as bolinhas caem ligeiro demais. Mas, inclinando a prancha, todas as rampas ficarão mais lentas e a queda das bolinhas fica bem mais fácil de se ver. Assim mesmo, a cicloide continua sendo a curva de menor tempo, mostrando que o resultado não depende do valor da aceleração da gravidade. Isto é, a experiência pode ser feita na Lua ou em qualquer planeta e a cicloide vai ganhar sempre.

REFERÊNCIAS:

- Graciliano Batista, Cleuton Freire e José E. Moreira, Física na Escola, Vol. 7, pg.58 (2006). Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol07-Num2/v13a101.pdf>
M. Desaix, D. Anderson e M. Lisak, European Journal of Physics, Vol. 26, pg. 857 (2005).

ANEXO A



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PARA O(A) ALUNO(A): _____

Você aluno(a) está sendo convidado(a) a participar, **como voluntário(a)**, de uma atividade de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Mestrado Profissional, da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS.

O título da Pesquisa é “xxxxxxxxxxxx” e tem como objetivo produzir o trabalho de conclusão de curso do mestrando/pesquisador **XXXXXX**.

Os resultados desta pesquisa e imagem do(a) aluno(a), poderão ser publicados e/ou apresentados em encontros e congressos sobre Ensino e Astronomia. As informações obtidas por meio dos relatos (anotações, questionários ou entrevistas) serão confidenciais e asseguramos sigilo sobre sua identidade. Os dados serão publicados de forma que não seja possível a sua identificação.

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento, bem como a participação nas atividades da pesquisa. Em caso de dúvida sobre a pesquisa você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável.

PARA OS PAIS OU RESPONSÁVEIS:

Após ler com atenção este documento e ser esclarecido(a) de quaisquer dúvidas, caso aceite a participação da criança ou adolescente na pesquisa, preencha o parágrafo abaixo e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Eu, _____, responsável pelo(a) aluno(a) _____,

nascido(a) em ____/____/____, autorizo a participação do(a) aluno(a) na pesquisa, e permito gratuitamente, **XXXXXX**, responsável pela pesquisa, o uso da imagem do(a) referido(a) aluno(a), em trabalhos acadêmicos e científicos, bem como autorizo o uso ético da publicação dos relatos provenientes deste trabalho. Declaro que recebi uma cópia do presente Termo de Consentimento. Por ser verdade, dato e assino em duas vias de igual teor.

_____ de _____ de 20xx

Assinatura do responsável pelo(a) aluno(a)

Contatos: Orientador(a) Responsável: **Prof^(a) Dr^(a) XXXXXXXX**.

E-mails: joelsonmatematica@hotmail.com, jeanfeg@gmail.com **Telefone:** (75) 31618289.

Endereço: Av. Transnordestina, S/N. Bairro Novo Horizonte. CEP: 44036-900. Feira de Santana Bahia.

Assinaturas: _____ (Orientador(a): Prof^(a) Dr. XXXXXXXXXX)

_____ (Coorientador(a): Prof^(a) Dr^(a) XXXXX)

_____ (Discente: Prof(XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX))