UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA

ROBSON TEIXEIRA DA SILVA

O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO

Belém - PA
2024

ROBSON TEIXEIRA DA SILVA

O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO

Dissertação de mestrado e Produto Educacional apresentados ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação e Ensino de Ciências, sob orientação Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal e coorientação do Prof. Dr. Reginaldo de Oliveira Corrêa Junior.

Área de concentração: Ensino, Aprendizagem e Formação de professores de Ciências na Amazônia.

Linha de pesquisa: Estratégias educativas para o ensino de Ciências Naturais na Amazônia

Belém - PA
2024

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) de acordo com o ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade do Estado do Pará

S586e Silva, Robson Teixeira da

O ensino de Astronomia sobre a exploração espacial do planeta Marte e suas similaridades ao contexto amazônico / Robson Teixeira da Silva. — Belém, 2024.

107f.: color.

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal Coorientador: Prof. Dr. Reginaldo de Oliveira Corrêa Junior

Dissertação (Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) - Universidade do Estado do Pará, Campus I - Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE), 2024.

1. Ensino de Astronomia. 2. Aprendizagem baseada em projetos. 3. Robótica educacional. 4. Arduino. 5. Marte. I. Título.

CDD 22.ed. 372.3

Elaborada por Priscila Melo CRB2/1345

ROBSON TEIXEIRA DA SILVA

O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO

Dissertação de mestrado e Produto Educacional apresentados ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação e Ensino de Ciências, sob orientação Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal e coorientação do Prof. Dr. Reginaldo de Oliveira Corrêa Junior.

Área de concentração: Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores de Ciências na Amazônia.

Linha de pesquisa: Estratégias educativas para o ensino de Ciências Naturais na Amazônia

BANCA EXAMINADORA

Data da Aprovação: ___/___/_____

_____
Prof. Dr José Fernando Pereira Leal
Orientador(a) – Universidade do Estado do Pará - UEPA
Programa de Pós- graduação em Educação e Ensino de Ciências - PPGEECA

_____
Prof. Dr. Reginaldo de Oliveira Corrêa Junior
Coorientador(a) – Universidade do Estado do Pará - UEPA
Programa de Pós- graduação em Educação e Ensino de Ciências - PPGEECA

_____
Profa. Dra. Bianca Venturieri
Membro Interno – Universidade do Estado do Pará - UEPA
Programa de Pós- graduação em Educação e Ensino de Ciências - PPGEECA

_____
Profa. Dra. Vanessa Carvalho de Andrade
Membro Externo – Universidade de Brasília - UnB
Instituto de Física

Belém – PA
2024

Aos meus pais, cujo amor e apoio foram a força por trás de todas as minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha família e amigos pelo apoio incondicional em todos meus passos na vida acadêmica. À minha avó, mãe, pai, tios e irmãs que sempre acreditaram no meu potencial e cujo amor nunca faltou.

À minha namorada Catarina de Oliveira Nunes, pelo encorajamento de enfrentar os desafios do mestrado, pelo companheirismo nos momentos desafiadores da minha carreira acadêmica e por ser um dos meus pilares por muitos anos.

Aos meus colegas da turma de 2023, em especial à Alana Sousa da Silva, Joice Santana Lisbôa, Leticia Raquel Amaro dos Santos e João Vítor Silva Ferreira, pelas incontáveis dicas e conselhos no desenvolvimento da pesquisa e que se tornaram grandes amigos que pretendo levar para a vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal pelas orientações, dicas, encaminhamentos e, principalmente, por acreditar no meu potencial de desenvolver uma boa pesquisa, pois graças a isso tive forças para continuar. Ao meu coorientador Prof. Dr. Reginaldo de Oliveira Corrêa Junior, pelos conselhos e ensinamentos no desenvolvimento da pesquisa.

Ao Prof. Me. André dos Santos França, da E.E.E.F.M. “Pedro Amazonas Pedroso”, pela disponibilização das salas de aula e pela contribuição ativa nas aplicações das etapas de pesquisa. Ao Prof. Me. Luiz Claudio Ferreira de Souza, pelas incontáveis dicas que me deu principalmente na Robótica Educacional e pela contribuição nas escolhas do caminho da pesquisa.

Por fim, ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA), que me transformou em professor-pesquisador crítico e reflexivo. Agradeço também à Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA) pelo financiamento deste projeto de pesquisa, cujo o auxílio contribui de maneira ímpar na confecção dos produtos aqui desenvolvidos.

Somos todos feitos de poeira de estrelas (SAGAN, 1980).

MEMORIAL DE FORMAÇÃO

Filho de costureira e pedreiro, inicio minha carreira como primeiro de três irmãos a entrar em uma universidade, tendo que mudar do interior para a Capital em busca de um sonho. A escolha da Licenciatura em Física se deu principalmente pela aproximação que tenho com a Astronomia desde os 13 anos de idade, ocasião em que a conheci em documentários sobre gravitação exibidos por meus professores.

Durante minha graduação, participei do Núcleo de Astronomia da Universidade Federal do Pará (NASTRO/UFPA), como colaborador e posteriormente como bolsista de extensão até o fim do curso em 2022. No NASTRO, realizei diversas atividades voltadas para o ensino de Física e Astronomia para o público em geral, como exposições, oficinas, palestras, etc. Através destas atividades, tive a vontade de ser educador.

As atividades de extensão me mostraram que o engajamento dos alunos é maior em aulas participativas, tanto em grupo quanto individuais, especialmente no ensino de Física e Matemática. Essas experiências acadêmicas me incentivaram a buscar abordagens mais lúdicas e acessíveis para ensinar Física e Astronomia, visando me tornar um bom professor com base no que aprendi na faculdade.

Alguns meses após me formar, percebi que as queixas dos alunos permaneciam as mesmas, especialmente sobre a dificuldade no ensino de Física devido ao uso excessivo de fórmulas. Então, decidi ingressar na pós-graduação, entendendo que seria a melhor opção para me qualificar e investir em uma formação continuada de qualidade.

Meu objetivo como professor é aplicar o aprendizado de forma técnica e consciente com meus alunos e desenvolver materiais, como metodologias ativas de ensino, que também possam ser utilizados por colegas em sala de aula. Por esse motivo, escolhi realizar o curso de mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará (PPGEECA/UEPA), tendo em vista que o curso possui uma grade curricular e filosofias interessantes para aqueles que pretendem se tornar um professor consciente, responsável e criativo.

A participação no PPGEECA/UEPA tem um saldo muito positivo na minha vida profissional. O aprendizado adquirido nestes dois anos me ajudou a ser um professor mais capacitado, compreensível, criativo e resiliente, permitindo que aprendesse muito mais sobre coisas que posso, inclusive, aplicar no meu local de trabalho.

RESUMO

SILVA, Robson Teixeira da. **O ensino de astronomia sobre a exploração espacial do planeta Marte e suas similaridades com o contexto amazônico**. 2024. 107 p. Qualificação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia), Universidade do Estado do Pará, Belém, 2024.

Os investimentos em exploração mineral em regiões como Parauapebas e Canaã dos Carajás impulsionam o crescimento econômico, tecnológico e da mão de obra, conectando diretamente as comunidades locais aos recursos minerais. Paralelamente, estudos astronômicos indicam a presença de minerais em corpos celestes, como Marte, ampliando as possibilidades de exploração e reflexões sobre sua disponibilidade e finitude. Nesse contexto, a Astronomia emerge como uma ferramenta relevante para valorizar os recursos minerais e promover discussões sobre sustentabilidade. Integrar essa temática ao ambiente escolar é essencial para aprofundar conexões com o conhecimento científico e ampliar a compreensão dos estudantes. Assim, a pesquisa objetiva analisar um processo de ensino-aprendizagem sobre os minerais em uma perspectiva astronômica, propondo uma oficina baseada em Metodologias Ativas, especificamente a Aprendizagem Baseada em Projetos. A proposta busca aproximar, discutir e refletir sobre a importância dos minerais extraídos na Amazônia e encontrados em Marte, utilizando a Robótica como recurso ativo de aprendizado. Trata-se de uma pesquisa qualitativa com procedimentos baseados na pesquisa-ação. O produto educacional é estruturado em cinco módulos, com atividades realizadas em encontros em sala de aula. Questionários estruturados foram usados para a coleta de dados, enquanto a análise seguiu os preceitos da Análise de Conteúdo. As atividades foram aplicadas em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Pedro Amazonas Pedroso”, em Belém, no Pará. Os resultados indicam que, inicialmente, os estudantes possuíam um conhecimento superficial sobre os minerais, posteriormente ampliado por meio de pesquisas e discussões em sala de aula. A sondagem revela uma perspectiva especulativa sobre o papel da Astronomia no desenvolvimento científico, superada pelas atividades da oficina. A Robótica destaca-se como uma ferramenta eficaz de aprendizado, promovendo participação ativa e colaborativa entre os estudantes. Os comentários pré e pós-oficina evidenciam o impacto positivo da proposta, aproximando os conhecimentos prévios dos estudantes ao seu contexto regional e proporcionando um aprendizado significativo. A oficina apresenta-se como uma estratégia eficiente para conectar os recursos da Amazônia ao universo astronômico, com foco em ações coletivas e reflexivas. A Robótica, por sua vez, integra as etapas desenvolvidas de forma colaborativa. Considera-se que o produto educacional contribuiu para a discussão da temática em sala de aula, aproximando a realidade amazônica do universo da Astronomia. Além disso, as ações realizadas incentivaram a aprendizagem reflexiva, consciente e colaborativa, mostrando que a abordagem proposta é uma ferramenta poderosa para o desenvolvimento de competências e habilidades relevantes no contexto educacional.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia. Aprendizagem Baseada em Projetos. Robótica Educacional. Arduino. Marte.

ABSTRACT

SILVA, Robson Teixeira da. **Astronomy Teaching on Space Exploration of Planet Mars and Its Similarities with the Amazonian Context**. 2024. 107 p. Qualification (Master of Science Education and Teaching in the Amazon), State University of Pará, Belém, Year.

Investments in mineral exploration in regions such as Parauapebas and Canaã dos Carajás drive economic, technological, and workforce development, directly connecting local communities to mineral resources. Simultaneously, astronomical studies reveal the presence of minerals on celestial bodies such as Mars, broadening possibilities for exploration and sparking reflections on their availability and finite nature. In this context, Astronomy emerges as a valuable tool for highlighting the importance of mineral resources and fostering discussions on sustainability. Integrating this topic into the school environment is crucial for deepening connections with scientific knowledge and expanding students' understanding. Accordingly, this research aims to analyze a teaching-learning process focused on minerals from an astronomical perspective, proposing a workshop grounded in Active Methodologies, specifically Project-Based Learning. The initiative seeks to explore, discuss, and reflect on the significance of minerals extracted from the Amazon and those discovered on Mars, leveraging Robotics as an active learning tool. This qualitative research employs action research methodologies. The educational product is structured into five modules, with activities conducted during classroom sessions. Data were collected using structured questionnaires, and the analysis adhered to the principles of Content Analysis. The activities were implemented with a third-year high school class at the Pedro Amazonas Pedroso State Elementary and High School in Belém, Pará. The results show that students initially possessed a superficial understanding of minerals, which was subsequently enriched through classroom research and discussions. The preliminary survey revealed a speculative view of Astronomy's role in scientific development, which the workshop activities successfully addressed. Robotics emerged as an effective educational tool, fostering active and collaborative student engagement. Feedback gathered before and after the workshop underscored the proposal's positive impact, bridging students' prior knowledge with their regional context and delivering meaningful learning experiences. The workshop proved to be an efficient strategy for connecting the Amazon's resources to the astronomical realm, emphasizing collective and reflective actions. Robotics, in turn, facilitated the collaborative implementation of each stage of the project. The educational product is considered to have significantly contributed to classroom discussions, linking the Amazonian context to the broader universe of Astronomy. Moreover, the activities promoted reflective, conscious, and collaborative learning, demonstrating that the proposed approach is a powerful tool for developing essential skills and competencies within the educational framework.

Keywords: Teaching Astronomy. Project-Based Learning. Educational Robotics. Arduino. Mars.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fases da formação do Sistema Solar segundo a hipótese da nebulosa estelar. 16
Figura 2 – Mapa topográfico de Marte obtido pela Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA) . 17
Figura 3 – Magnetismo da superfície marciana 18
Figura 4 – O papel da Mineralogia nas Ciências da Terra 24
Figura 5 – Principais recursos minerais da Amazônia 27
Figura 6 – A pesquisa-ação na solução de problemas 35
Figura 7 – Circuito elétrico do 1º encontro do Módulo II 39
Figura 8 – Bluetooth Switch e o QR Code para download 40
Figura 9 – Módulo RFID e suas tags 40
Figura 10 – Circuito elétrico do 2º encontro do Módulo II 41
Figura 11 – Serial Bluetooth Terminal 41
Figura 12 – Chassi 2WD 42
Figura 13 – Circuito elétrico do 3º encontro do Módulo II 42
Figura 14 – Arduino Bluetooth Controller 43
Figura 15 – Transmissão dos vídeos de apoio 48
Figura 16 – Apresentação dos objetivos do módulo de Robótica 52
Figura 17 – Registros do 1º encontro de Robótica 52
Figura 18 – Registros do 2º encontro de Robótica 53
Figura 19 – Registros do 3º encontro de Robótica 54
Figura 20 – Testes de simulação do rover 55
Figura 21 – Dados atualizados de cada equipe 56
Figura 22 – Registro das construções das maquetes 58
Figura 23 – Projetos finalizados 59
Figura 24 – Apresentações dos projetos 59
Figura 25 – Capa do produto educacional 73
Figura 26 – Sumário do PE 74
Figura 27 – Apresentação da oficina 74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – A competência e as habilidades que mencionam conteúdos de astronomia na área de Ciências da Natureza, na BNCC do Ensino Médio 25

Quadro 2 – Fases da Aprendizagem Baseada em Projetos 29

Quadro 3 – Perguntas do questionário de sondagem 45

Quadro 4 – Análise das respostas para a pergunta nº 1 do questionário de sondagem 46

Quadro 5 – Análise das respostas para a pergunta nº 2 do questionário de sondagem 46

Quadro 6 – Análise das respostas para a pergunta nº 3 do questionário de sondagem 47

Quadro 7 – Análise das respostas para a pergunta nº 4 do questionário de sondagem 48

Quadro 8 – Respostas ao formulário de pesquisa 49

Quadro 9 – Respostas à pergunta de pesquisa 51

Quadro 10 - Categorias emergentes da primeira pergunta 61

Quadro 11 - Categorias emergentes da segunda pergunta 62

Quadro 12 - Categorias emergentes da terceira pergunta (minerais) 64

Quadro 13 - Categorias emergentes da terceira pergunta (utilidades) 66

Quadro 14 – Questionários de Sondagem (QS) e Final Autoavaliativo (QFA) 68

Quadro 15 – Respostas da QS01 e QFA01 dos Alunos 1 a 3. 69

Quadro 16 – Respostas da QS03 e QFA02 dos alunos 1 a 3. 70

Quadro 17 – Respostas da QS04 e QFA03 dos Alunos 1 a 3. 71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANM	Agência Nacional de Mineração
ABP	Aprendizagem Baseada em Projetos
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CCPPA	Centro de Ciências e Planetário do Pará
EETEPA	Escolas de Ensino Técnico do Estado do Pará
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
NASA	National Aeronautics and Space Administration
MNPEF	Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
PPGEECA	Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia
SEDUC/PA	Secretaria de Educação do Estado do Pará
SIMINERAL	Sindicato das Indústrias Minerais do Pará
TCUISV	Termo Consentimento de Uso de Imagem e Som de Voz
TALE	Termo de Assentimento Livre Esclarecido
TCUD	Termo de Compromisso para a Utilização e Manuseio de Dados
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UEPA	Universidade do Estado do Pará
UFPA	Universidade Federal do Pará

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13
2. REFERENCIAL TEÓRICO 16
2.1 MARTE, O PLANETA VERMELHO 16
2.2 A SUPERFÍCIE DE MARTE 19
2.3 EXPLORAÇÃO DE MARTE 19
2.4 DESAFIOS NO ENSINO DE FÍSICA 21
2.5 DESAFIOS E POSSIBILIDADES NO ENSINO DE ASTRONOMIA 22
2.6 A EXPLORAÇÃO DO SOLO MARCIANO NA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC) 24
2.7 OS MINERAIS E A AMAZÔNIA 26
2.8 ROBÓTICA EDUCACIONAL E O CONSTRUCIONISMO 28
2.9 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ABP) 29
2.10 A UTILIZAÇÃO DE ABP E ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE ASTRONOMIA 30
2.11 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE ASTRONOMIA 31
3. OBJETIVOS 32
3.1 GERAL 32
3.2 ESPECÍFICOS 32
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 33
4.1 LOCAL DE ESTUDO 34
4.2 ABORDAGEM DA PESQUISA 34
4.3 ANÁLISE DE DADOS 36
4.4 ASPECTOS ÉTICOS E DOCUMENTAÇÃO 36
4.5 RISCOS E BENEFÍCIOS 36
4.6 A OFICINA 37
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 45
5.1 ANÁLISE DE APRENDIZAGEM 45
5.2 ANÁLISE DA ESTRATÉGIA 60
5.3 INFERÊNCIAS AVALIATIVAS 67
6. O PRODUTO EDUCACIONAL 72
CONSIDERAÇÕES FINAIS 75
REFERÊNCIAS 77
ANEXOS 84
APÊNDICES 101

1. INTRODUÇÃO

Desde a segunda metade do século XX especula-se acerca da possibilidade de colonização de Marte, mesmo que já se soubesse que não havia condições para o desenvolvimento da vida no local (Silvestre, 2014). Atualmente, o planeta é foco de vários estudos exploratórios, que buscam entender cada vez mais sobre o planeta vermelho, através de missões como a *Mariner*, *Vikings*, *Mars Pathfinder, Mars Express, Spirit, Curiosity, Opportunity* e, mais recente, *Perseverance* (Silvestre, 2023).

Sabe-se que o solo marciano, assim como o terrestre, possui uma alta quantidade de rochas sedimentares que podem auxiliar no entendimento da composição do solo do planeta (Silvestre, 2023). Estudos apontam que alguns minerais detectados no Planeta Vermelho, como magnésio, alumínio, cálcio, sódio, entre outros, têm sido comumente encontrados no planeta Terra (Branco, 2016; Nascimento-Dias; Machado, 2022; Silvestre, 2023).

Os minerais são materiais considerados materiais imprescindíveis à humanidade, tendo em vista a sua vasta aplicabilidade na construção civil, equipamentos tecnológicos, alimentos, produção de roupas, entre outros (Cordani; Juliani, 2019; Santos, 2019). Nesse sentido, os depósitos minerais espalhados pelo planeta têm papel essencial no desenvolvimento social e tecnológico da sociedade.

A região amazônica corresponde a uma das maiores áreas do planeta com potencial para descoberta e extração de bens minerais (Cordani; Juliani, 2019; Santos, 2002). No Pará, o impacto econômico da mineração tem sido cada vez mais significativo em comparação a outros estados do país, levando em conta a importância social e econômica destes materiais. Por exemplo, nos municípios como Parauapebas e Canaã dos Carajás, são destaque nacional na exploração de minério (Cordani; Juliani, 2019).

A compreensão e valorização dos recursos minerais encontrados na Amazônia é crucial, principalmente em razão da descoberta de minerais similares em outras regiões do universo, como os estudos de Marte apontam. Nesse sentido, tem-se uma compreensão dos ecossistemas e da geologia da região ao explorar a riqueza mineral da Amazônia, além de reconhecer sua relevância estratégica no contexto global e astronômico. Trata-se de outro motivo para se considerar não apenas a utilidade imediata dos recursos amazônicos, mas também seu potencial para contribuir para explorações espaciais futuras.

Através da investigação conclui-se que pouco se discute a riqueza do solo da região amazônica nas salas de aula, principalmente no que diz respeito aos seus minerais. Nesse

sentido, a Astronomia ajuda a estabelecer conexões astronômicas com o assunto, permitindo que os estudantes possam refletir de que forma os recursos podem ser importantes para o desenvolvimento social e tecnológico da região. Logo, questiona-se: *Como desenvolver ações pedagógicas que auxiliem na abordagem dos minerais da Amazônia e sua relevância para a Astronomia?*

Tal temática é apresentada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que rege as novas normas e diretrizes do Ensino Básico no país e busca o desenvolvimento de competências e habilidades dos estudantes. A exemplo disso, competências citadas no documento estimulam a importância de interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos (Brasil, 2018).

Uma das alternativas para a abordagem em sala de aula é a utilização de Metodologias Ativas, fomentando participações ativas dos estudantes frente a questões reais, como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). A ABP estimula os estudantes a trabalhar em problemas do mundo real, incentivando-os a pensar criticamente e desenvolvendo competências e habilidades para resolução de problemas (Bacich; Moran, 2018; Cruz, 2022).

Por outro lado, a Robótica, associada a metodologias ativas, mostra-se como ferramenta potencializadora na participação ativa dos estudantes, tornando as aulas mais colaborativas (Nunes; Viana; Viana, 2021; Sousa; Machado, 2019). Atividades que envolvam a Robótica Educacional surgem através da possibilidade de controlar artefatos reais e não somente os virtuais, em um ambiente onde o estudante pode criar soluções por meio de programas para computadores, desenvolver habilidades manuais e, consequentemente, o raciocínio lógico e algorítmico (Zilio, 2020).

Isto posto, buscou-se elaborar uma oficina baseada em ABP, utilizando a Robótica como recurso tecnológico, que discuta sobre os minerais detectados no Planeta Vermelho e que são explorados na região amazônica. Desta forma, a oficina contribuiu com discussões que levem à valorização dos recursos minerais presentes na Amazônia e permitiu voltar novos olhares quanto à exploração espacial de Marte, bem como permitiu a aprendizagem significativa, contribuindo para a associação de conceitos astronômicos à estrutura cognitiva de forma substantiva e não-arbitrária (Moreira, 2021).

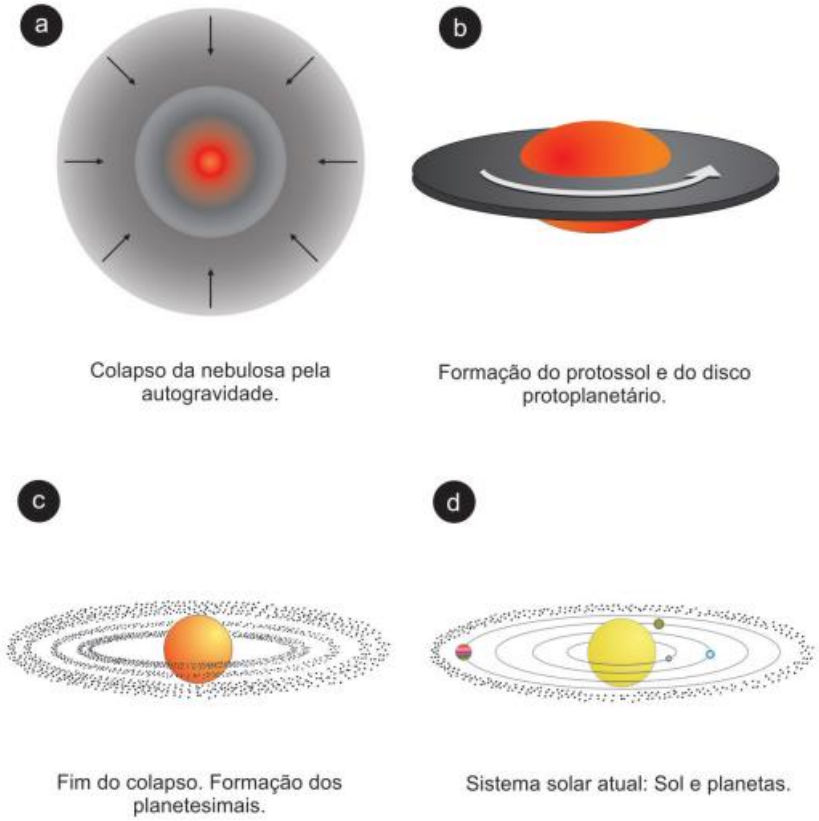
2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, são considerados os embasamentos teóricos que sustentam todo o trabalho e as atividades decorrentes dele. São citados conhecimentos gerais sobre Astronomia e Marte, considerando os principais conhecimentos do Planeta Vermelho, como suas características físicas e químicas. Além disso, faz-se apontamentos teóricos no que tange os conhecimentos educacionais sobre o assunto e como podemos abordar a temática em sala de aula.

2.1 MARTE, O PLANETA VERMELHO

A hipótese moderna para a origem do Sistema Solar proposta por Immanuel Kant (1724-1804) e desenvolvida por Pierre-Simon Laplace (1749-1827) afirma que uma grande nuvem de gás interestelar teria se colapsado para dar origem ao Sol, planetas e outros corpos do Sistema Solar (Sousa Filho e Saraiva, 2014). A partir da teoria, através do colapso da nuvem há cerca de 4,5 bilhões de anos, a matéria teria começado a rotacionar, dando origem ao disco protoplanetário ao redor de uma massa central, seguindo as fases conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 – Fases da formação do Sistema Solar segundo a hipótese da nebulosa estelar.

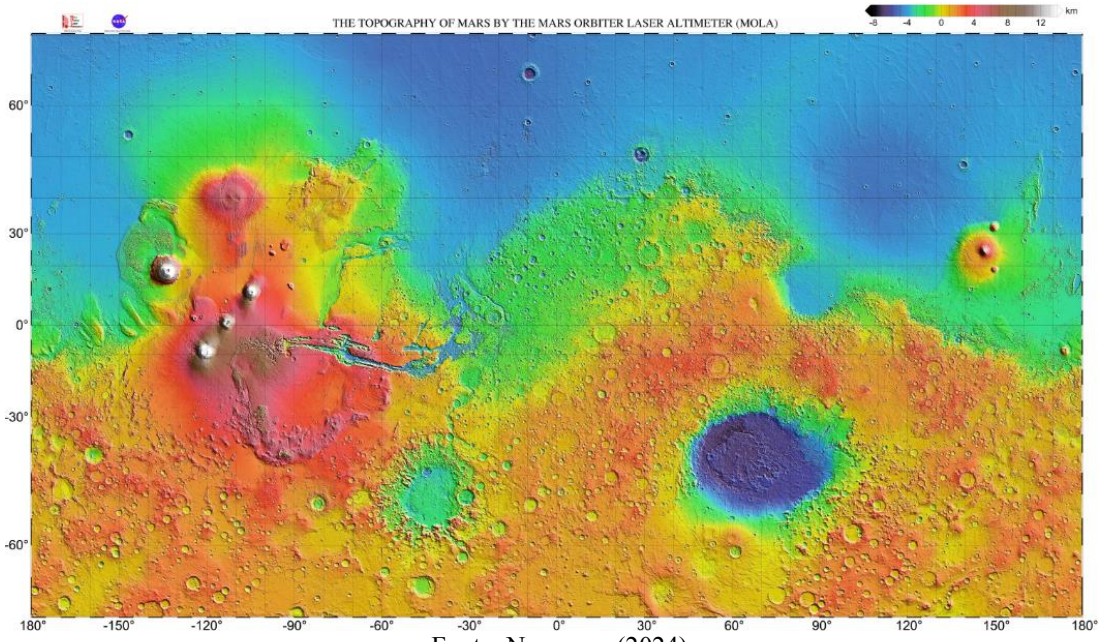


Fonte: Sousa Filho e Saraiva (2014)

Tal como se formou os planetas rochosos, Marte teve sua formação através da agregação de pequenas rochas e poeiras circundantes no disco protoplanetário devido à interação gravitacional (Sousa Filho; Saraiva, 2014). O planeta está localizado a 228 milhões de quilômetros do Sol, com raio equatorial de 3.397,2 km e contém uma atmosfera tênue cujo o componente principal é o gás carbônico (cerca de 95%) (Dias, 2021). O nome do planeta é uma homenagem ao deus romano da guerra sangrenta, Marte, em referência à sua cor avermelhada perceptível a olho nu que também dá origem ao apelido de Planeta Vermelho (Dias, 2021). A duração do ano no planeta é equivalente a 687 dias terrestres, enquanto o dia dura em torno de 24 horas e 37 minutos. Além disso, possui dois pequenos satélites naturais de formatos irregulares, Phobos e Deimos, e, devido à atmosfera pouco densa e ausência de um campo magnético global, a temperatura na superfície varia entre -90ºC e 30ºC (Bhaumik, 2009).

O planeta possui uma topografia curiosa da superfície, na qual mostra variações topográficas no hemisfério sul e regiões planas no hemisfério norte (Dias, 2021). A Figura 2 mostra o registro feito pela missão *Mars Global Surveyor* (MGS) através do instrumento *Mars Orbiter Laser Altimeter* (MOLA), em 2015, onde é possível observar que as regiões mais avermelhadas possuem maiores altitudes, enquanto as azuladas, menores.

Figura 2 – Mapa topográfico de Marte obtido pela Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA)

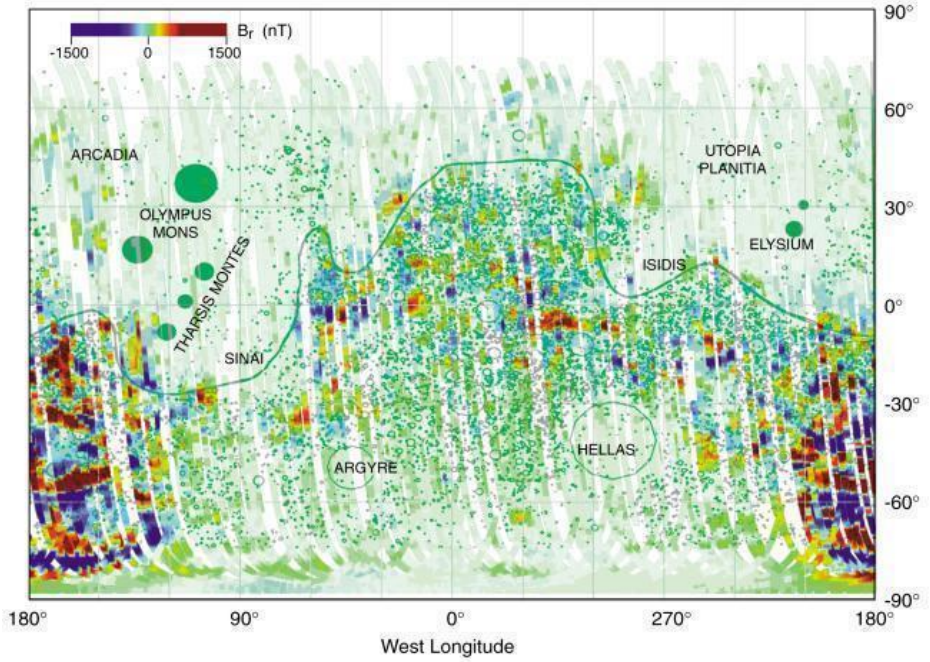


Fonte: Neumann (2024).

Diferentemente da Terra, Marte não possui um campo magnético global, em vez disso, estudos apontam que o planeta possui regiões magnetizadas, causada pela presença de rochas magnetizadas espalhadas pela superfície (Silvestre, 2023). Na Figura 3, as manchas vermelhas

e azuis representam áreas com magnetização mais e menos intensa, respectivamente, geralmente localizadas em regiões com rochas mais antigas; as listras verde-pálido ao fundo são trilhas de naves espaciais; verde-escuras indicam a presença de vulcões; círculos abertos representam crateras de impacto; e a linha sólida demarca a fronteira da dicotomia norte-sul (Agency, 2019). Esta importante detecção reforça a teoria de que o planeta tenha tido a presença de um campo magnético global, mesmo que tênue em comparação a outros planetas do sistema solar (Silvestre, 2023).

Figura 3 – Magnetismo da superfície marciana



Fonte: Agency (2019).

A estrutura interna de Marte é composta por três camadas: núcleo, manto e crosta. Localizado a 1.596 km de profundidade, acredita-se que o núcleo do Planeta Vermelho seja pequeno e sólido, composto majoritariamente por Ferro e Níquel (Dias, 2021). Por outro lado, o manto envolto ao núcleo, localizado entre 1.569 km e 60 km abaixo da superfície, é composto por elementos mais leves e já foi fonte vulcânica há bilhões de anos (Dias, 2021). O planeta possui crosta relativamente fina, cerca de 60 km em média, possuindo uma superfície rica em silício, oxigênio, ferro, magnésio, cálcio e potássio (Dias, 2021).

2.2 A SUPERFÍCIE DE MARTE

O entendimento sobre as características do planeta é bastante vasto nos dias atuais, principalmente sobre as características de sua superfície. Nesse sentido, Nascimento-Dias e Machado (2022) apontam que existem dois métodos para estudar a superfície do Planeta Vermelho: análises de meteoritos marcianos e dados enviados por rovers e orbitadores.

A denominação "Planeta Vermelho" se origina da característica avermelhada da superfície, causada pela presença de minerais férricos que, quando oxidados, adquirem a tonalidade vermelha (Nascimento-dias, Machado, 2022). Além disso, elementos como silício, magnésio, alumínio, cálcio, sódio, potássio, oxigênio, entre outros, também já foram detectados na superfície do planeta, muitos dos quais são comumente utilizados por nós no cotidiano, e que trazem importantes implicações sobre a presença desses materiais em corpos celestes que originaram do mesmo processo de formação (Science, 2024).

Nesse contexto, a abordagem educacional se torna fundamental, permitindo aos educadores abrir espaço para discussões acerca dos benefícios e impactos que um processo de extração mineral sustentável pode trazer para uma determinada região. Além disso, do ponto de vista astronômico, os estudantes são instigados a refletir sobre a presença de minerais em outros pontos do espaço, oferecendo subsídios para o desenvolvimento de uma sociedade fora da Terra.

2.3 EXPLORAÇÃO DE MARTE

Marte, assim como Mercúrio, Vênus e Terra, é um planeta rochoso que apresenta montanhas, vales e canais interessantes para o estudo das características do solo do planeta e suas relações com a Terra (Sousa Filho; Saraiva, 2014). O Planeta Vermelho se encontra em uma localidade próxima à Zona Habitável, uma região específica ao redor do Sol, dentro da qual é possível que a superfície planetária possa suportar água líquida a pressão e temperatura específicas, tal como na Terra (Júnior; Pereira; Fernandes, 2023). É o quarto planeta a partir do Sol e sua superfície é composta por grandes montanhas, vulcões inativos, vales e canais (Oliveira Filho; Saraiva, 2014).

Os estudos relacionados ao planeta datam de muitos séculos atrás, porém, somente a partir do século XIX pesquisas sobre o planeta ficaram cada vez mais detalhadas. A partir do século XX a ideia de colonização do Planeta Vermelho foi introduzida gradativamente, mesmo

sabendo que a possibilidade para tal feito seria relativamente inviável por vários motivos (Silvestre, 2023).

A partir da segunda metade do século XX, os estudos sobre o planeta foram impulsionados graças ao desenvolvimento de foguetes, satélites, sondas, entre outros equipamentos de exploração (Silvestre, 2023). Desde então, muitas missões foram desenvolvidas para compreender as características do planeta, tais como: *Mariner*, *Vikings*, *Mars Pathfinder*, *Mars Express*, *Mars Exploration Rovers*, *Mars Science Laboratory* e, mais recentemente, *Mars 2020*.

Em 1965, a sonda *Mariner 4* transmitiu cerca de 22 imagens do Planeta Vermelho para a Terra, sendo a primeira espaçonave a tirar fotos de outro Planeta (Dias; Cornelissen, 2017; NASA, 2015). Em seguida, o programa seguiu enviando sondas a Marte como o *Mariner 5*, que coletou informações e dados; *Mariner 6*, para o estudo da composição e pressão do planeta; O *Mariner 7*, que sobrevoou e fez registros do polo Sul de Marte; e o *Mariner 9*, que enviou cerca de 7.329 imagens à Terra, evidenciando grandes vales que outrora poderia ter corrido grande quantidade de água (Dias; Cornelissen, 2017; Santos Júnior; Pereira; Fernandes, 2023).

Em 1971, a sonda soviética *Mars 3* destacou-se por ser a primeira nave a pousar em solo marciano, perdendo contato 20 segundos após o pouso (Winter, Prado, 2007). Cinco anos após a conquista soviética, os americanos conseguiram as primeiras missões bem-sucedidas à exploração da superfície, *Viking 1* e *Viking 2*, ambas com o propósito de buscar por sinais e/ou possibilidades de sinais de vida (Santos Júnior; Pereira; Fernandes, 2023).

A missão *Mars Pathfinder* aterrissou no dia 04 de julho de 1997 e era composta por um módulo de pouso com e o veículo *Sojourner*, o primeiro *rover* exploratório enviado ao planeta (Science, 2024a). Posteriormente, em 2003, a missão *Mars Express*, programa em parceria da Agência Espacial Europeia (ESA) e a Agência Espacial Italiana (ASI), forneceu mapas da composição química, bem como estudou a lua mais interna de Marte e demonstrou que o planeta já teve condições favoráveis e adequadas para a vida (Agency, 2024).

Ainda em 2003, a NASA realizou a missão *Mars Exploration Rovers*, a qual era constituída pelos *rovers Spirit* e *Opportunity*, a fim de investigar evidências de que a água já fluiu na superfície do Planeta Vermelho (Science, 2024b). Dentre as descobertas realizadas pelos *rovers* gêmeos, destacam-se a detecção de evidências de que já houve água em abundância ao detectar umidade na atmosfera marciana.

Em 2012, o programa *Mars Science Laboratory* enviou para Marte o *rover Curiosity*, semelhante aos seus antecessores *Spirit* e *Opportunity*, com o objetivo de responder a seguinte pergunta: Marte já teve as condições ambientais certas para suportar pequenas formas de vida? (Science, 2024c; Santos Júnior; Pereira; Fernandes, 2023).

Mais recentemente, *Mars 2020*, lançado em julho de 2020, enviou o *rover Perseverance*, equipado com instrumentos de coleta de dados mais avançados, a fim de realizar pesquisas de astrobiologia, bem como geológica da superfície de Marte (Taylor; Jackson, 2021). Além disso, um pequeno helicóptero, o *Ingenuity*, também foi enviado com o *rover*, para estudar as condições de estabilidade para voo na atmosfera rarefeita do Planeta (Santos Júnior; Pereira; Fernandes, 2023). Em 2021, o *Ingenuity* fez história ao realizar o primeiro voo em solo extraterrestre e, após 72 voos, finalizou sua missão, no dia 25 de janeiro de 2024, após a NASA perder contato com o helicóptero (Science, 2024d).

2.4 DESAFIOS NO ENSINO DE FÍSICA

O ensino de física tem sido alvo de vários estudos nas últimas décadas, tendo em vista que enfrenta constantemente muitos desafios (Moreira, 2017; Silva et al., 2018; Moreira, 2021; Araujo et al., 2023). Moreira (2021) aponta que ensinar física tem sido muito problemático, haja vista que os estudantes não aprendem significativamente e constantemente são estimulados à memorização mecânica de fórmulas e definições descontextualizadas. Isto se deve ao fato de que as escolas, bem como uma parcela de professores, adotam métodos tradicionais que buscam apenas a preparação para o mercado de trabalho e/ou realização de vestibulares.

Para Moreira (2021, p. 1) “ensinar e aprender Física envolve conceitos e conceitualização, modelos e modelagem, atividades experimentais, competências científicas, situações que façam sentido, aprendizagem significativa, dialogicidade, criticidade e interesse”. Nesse sentido, para que haja um verdadeiro aproveitamento, é necessário romper com antigos paradigmas, ainda impregnados na educação brasileira.

Para Silva et al. (2018), o foco na formação inicial e continuada de professores, bem como a utilização de metodologias diferenciadas, são fatores importantes a serem considerados, pois estão ligados diretamente ao papel do professor em sala de aula. Os professores devem se tornar mediadores do conhecimento, permitindo que o estudante deixe de ser um mero expectador para participar diretamente no processo de ensino (Bacich; Moran, 2018).

Por outro lado, Araújo et al. (2023), evidenciam que o educador não pode negar-se ao dever de reforçar a capacidade crítica e curiosidade do aprendiz. Segundo os autores, o desenvolvimento da autonomia e criticidade são as principais forças motrizes para de combater o desinteresse pela física, permitindo que se desenvolvam talentos através de atividades voltadas à prática.

O enfoque matemático, em detrimento aos conceitos físicos, é um dos desafios que tornam a Física uma ciência abstrata para os estudantes. Moreira (2021, p. 2) aponta que "é mais importante dar atenção aos conceitos físicos do que às fórmulas", pois as fórmulas derivam dos conceitos e não tem sentido entendê-las sem conhecer sua origem. Em uma perspectiva cognitiva, Vergnaud (1990) destaca que o núcleo do desenvolvimento cognitivo é o conceito, sem o qual não seria possível estabelecer o efetivo aprendizado (Moreira, 2002).

No entanto, de nada vale os conceitos sem que haja um real significado para eles. Pensando nisso, Vergnoud (1990) aponta que as situações dão sentido aos conceitos, ou seja, elas devem ser propostas em níveis aceitáveis de abstração e complexidade, para que os estudantes o enxerguem de maneira clara e objetiva. Logo, é necessário desenvolver situações nas quais os estudantes consigam atribuir valor prático naquilo que veem em sala de aula (Araújo et al., 2023).

Levando em consideração que a Astronomia está intrinsecamente relacionada à Física, também é perceptível dificuldades semelhantes no ensino da mesma. No entanto, por mais deslumbrante que seja os conhecimentos astronômicos, essa ciência ainda é bastante incompreendida por estudantes e professores.

2.5 DESAFIOS E POSSIBILIDADES NO ENSINO DE ASTRONOMIA

A astronomia é considerada uma das ciências mais antigas e instigantes, principalmente pela possibilidade de nos conectar com o cosmos e entender mais profundamente os fenômenos ao nosso redor, porém, assim como a Física, ensinar Astronomia tem seus desafios. Concepções alternativas, despreparo profissional e falta de utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) são alguns dos desafios apontados em estudos relacionados à área nos últimos anos (Batista et al., 2023; Pinto; Silva; Silva, 2018; Leão; Teixeira, 2020; Anastacio; Voelzke, 2022).

Langhi e Nardi (2005) apontam que alguns dos principais desafios estão atrelados à formação deficitária dos docentes e da falta de material didático de qualidade. Nos anos iniciais,

por exemplo, é comum encontrar conteúdos astronômicos em livros didáticos de forma pouco esclarecedora e rasas, levando o professor, sem formação específica, reproduzir concepções errôneas para os estudantes (Sobreira; Ribeiro, 2023; Langhi; Nardi, 2005, Canalle; Trevisan; Lattari, 1997).

Não obstante, ao analisar especificamente a formação de professores em astronomia, vemos um desafio ainda maior. Slovinscki, Alves-Brito e Massoni (2021) apontam que a ausência de Astronomia no currículo das licenciaturas, especialmente em Física, leva professores a reproduzirem concepções errôneas, compreendidas ainda durante a graduação ou idade escolar. Pensando nisso, Santos, Malacarne e Langhi (2023) apontam que a intensificação de ações voltadas ao ensino de Astronomia na forma de formação inicial e continuada, bem como a discussão, reflexão e prática docente voltadas para a área, podem contribuir para a aproximação entre os professores e a Astronomia.

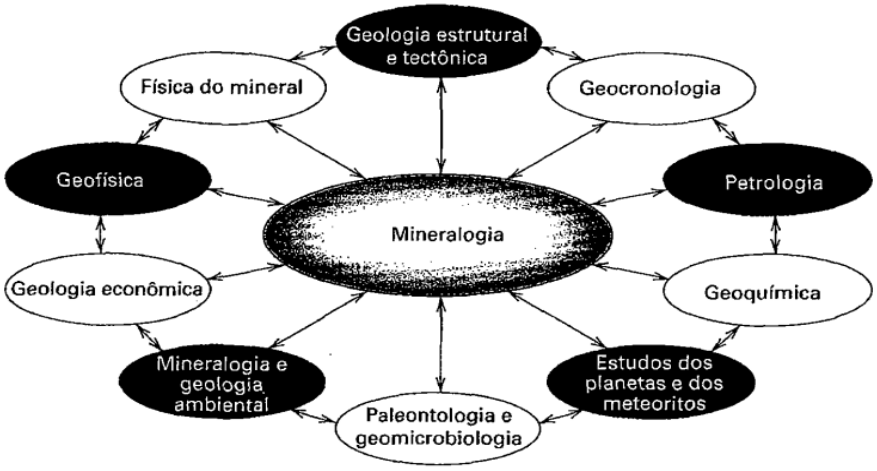
Por outro lado, ensinar Astronomia sem o auxílio de simuladores e/ou *softwares* também pode dificultar o aprendizado, considerando que assuntos como fases da Lua, Sistema Solar ou constelações dependem de uma imersão maior do que um simples desenho no quadro para serem compreendidos (Leão; Teixeira, 2020). Nesse sentido, o uso das TDICs torna-se potencializador do ensino de astronomia, uma vez que permite um novo olhar sobre o universo (Leão; Teixeira, 2020). Isto posto, superar os entraves permite que o professor tenha autonomia para realizar atividades astronômicas em aula, fornecendo maiores benefícios de aprendizagem a seus alunos.

Estratégias pedagógicas diferenciadas, como a utilização de metodologias ativas, podem ser importantes caminhos para realização de atividades criativas, investigativas, participativas e colaborativas. A exemplo disso, destaca-se o trabalho de Gonçalves e Benite (2022), que desenvolvem uma atividade sobre os movimentos dos planetas no Sistema Solar através da utilização dos Três Momentos Pedagógicos e Robótica Educacional. Além disso, o estudo de Martins e Perez (2023) demonstra que a Aprendizagem Baseada em Projetos com enfoque em Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM, do inglês *Science, Technology, Engineering, Arts and Math*), com a implementação de Ensino por Investigação, permite que os alunos tenham a oportunidade de se tornarem protagonistas, engajando-se nas atividades de maneira investigativa e colaborativa na resolução de problemas.

2.6 A EXPLORAÇÃO DO SOLO MARCIANO NA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

A Ciência dos Minerais ou Mineralogia, por se tratar de uma ciência tão ampla, dá margem para o estudo de diversas temáticas em diferentes perspectivas, tendo em vista que a maior parte das Ciências da Terra envolvem os minerais de alguma forma (Klein, Dutrow, 2012). A exemplo disso, a abordagem de tal temática no Ensino de Astronomia permite o entendimento de características físicas e químicas dos corpos celestes. A Figura 4 ilustra algumas subdisciplinas que estão conectadas aos minerais, além de estarem interconectadas de alguma forma.

Figura 4 – O papel da Mineralogia nas Ciências da Terra



Fonte: Klein; Dutrow (2012).

Tal como ilustra a figura acima, o estudo dos planetas e dos meteoritos têm papel importante nas Ciências do Minerais e na Astronomia, tendo em vista que a análises de rochas podem trazer importantes implicações para o entendimento das características de diferentes locais do universo (Klein, Dutrow, 2012). A exemplo disto, destacam-se nesta pesquisa as missões exploratórias enviadas ao planeta Marte, que enfatizam a importância de se pesquisar e entender cada vez mais as características físicas, químicas e geológicas do planeta (Nascimento-Dias, Machado, 2022; Ueno, 2023). Logo, a possibilidade da abordagem dos minerais em uma perspectiva astronômica aproxima os estudantes a uma importante área para a astronomia: Exploração de Marte.

Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que rege as diretrizes para a educação básica no país, abre espaço no Ensino de Astronomia para a abordagem da exploração das características geológicas de planetas. Carvalho e Ramos (2020) afirmam que, com a implementação da BNCC (Brasil, 2018), o ensino de astronomia

consolidou-se na Educação Básica, sendo colocado nas unidades temáticas desde os anos iniciais.

No Ensino Fundamental, por exemplo, segundo a BNCC, a unidade temática "Terra e Universo", presente do 1º ao 9º ano, busca compreender as características da Terra, da Lua, do Sol e de outros corpos celestes, explorando "suas dimensões, composição, localização, movimentos e forças que atuam entre eles" (Brasil, 2018, p. 328). Por outro lado, no Ensino Médio, destaca-se a unidade "Vida, Terra e Cosmos", na qual os estudantes devem analisar as complexidades da origem e evolução da Vida, além de suas dinâmicas de interações e a diversidade dos seres vivos. Ainda, segundo o documento, tais conhecimentos implicam em

> Considerar modelos mais abrangentes ao explorar algumas aplicações das reações nucleares, a fim de explicar processos estelares, datações geológicas e a formação da matéria e da vida, ou ainda relacionar os ciclos biogeoquímicos ao metabolismo dos seres vivos, ao efeito estufa e às mudanças climáticas. (Brasil, 2018, p. 549)

Se tratando de Ensino Médio, uma das competências das Ciências da Natureza destaca-se por ser a que se aproxima mais das ideias relacionadas à unidade temática "Vida, Terra e Cosmos", portanto, à Astronomia. O Quadro 1 demonstra algumas das habilidades que torna possível a abordagem em sala de aula e suas diferentes discussões.

Quadro 1 – A competência e as habilidades que mencionam conteúdos de astronomia na área de Ciências da Natureza, na BNCC do Ensino Médio

Competência	Habilidades
Competência 2: Analisar 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 e defender decisões éticas e responsáveis.	**(EM13CNT201)** Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente. **(EM13CNT204)** 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 (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros). **(EM13CNT209)** Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Fonte: Brasil (2018)

As atividades realizadas por esta pesquisa baseiam-se principalmente na habilidade EM13CNT209, a qual fomenta a reflexão sobre, entre outras coisas, a "...distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições..." (Brasil, 2018, p. 557).

Portanto, levando em consideração que um dos elos entre Marte e a Amazônia está nos minerais compartilhados nos solos de ambos os locais, isto destaca a importância da Astronomia e valoriza os benefícios da cadeia mineral na Amazônia. A estratégia de ensino aqui proposta conduz os alunos em uma jornada científica, explorando os minerais do solo do Pará, promovendo ações sustentáveis e discutindo sua relevância para o desenvolvimento social e tecnológico, inclusive em Marte.

2.7 OS MINERAIS E A AMAZÔNIA

Os minerais são considerados imprescindíveis à humanidade nos dias de hoje devido a sua vasta utilização no cotidiano. Destaca-se, por exemplo, minerais industriais como brita, areia e cascalho; minerais metálicos, como Ferro, Cobre, Chumbo, Zinco, Cobalto, Ouro, etc.; e minerais não-metálicos, como fluorita, apatita, halita, calcários, etc. (Cordani; Juliani, 2019). Nesse contexto, é importante salientar que

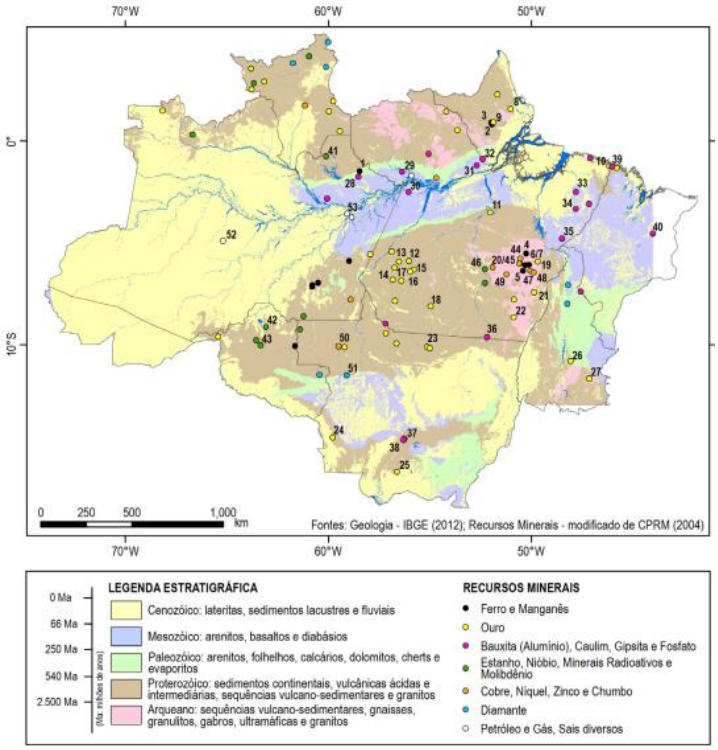
> Desde a Pré-história até os dias de hoje, a produção e consumo dos bens minerais têm aumentado continuamente, acompanhando o crescimento da população e, sobretudo, a melhoria do bem estar social, com intensificação da urbanização, do uso de meios de transporte individuais e coletivos, de eletrodomésticos e de equipamentos eletrônicos (Cordani; Juliani, 2019, p. 94).

Nesse cenário, a demanda mundial aumenta a procura por regiões ricas em recursos minerais para aplicação nos mais diversos segmentos do cotidiano. Os minerais são comumente encontrados em depósitos minerais, concentrações de elementos químicos sob a forma de minerais formados durante os processos geológicos (Cordani; Juliani, 2019; Sampaio, 2006). A presença desses depósitos pode gerar lucro e desenvolvimento para a região explorada através da prática de exploração dos minerais ali encontrados (Santos, 2002).

A região amazônica corresponde a uma das maiores reservas de bens minerais do país. Segundo Santos (2002, p. 128), a região apresenta "potencialidade para uma grande variedade de depósitos minerais, tais como ferro, manganês, alumínio, cobre, zinco, níquel, cromo, titânio, fosfato, ouro, prata, platina, paládio, ródio, estanho, tungstênio, nióbio, tântalo, zircônio, terras-

raras, urânio e diamante". Além disso, a Figura 5 ilustra estes e outros recursos minerais comumente extraídos na Amazônia.

Figura 5 – Principais recursos minerais da Amazônia



Fonte: Salomão e Veiga (2016)

O Boletim Econômico Mineral do Pará de 2020, divulgado pelo Sindicato das Indústrias Minerais do Pará (SIMINERAL), apontou que o estado foi líder em exportações de produtos minerais naquele ano (Abreu, 2020). Por outro lado, em 2023, a Agência Nacional de Mineração (ANM), em seu mais recente relatório de arrecadação, aponta que o Pará arrecadou cerca de R$ 2,6 bilhões de recursos da Compensação Financeira pela exploração de Recursos Minerais (CFEM), ficando atrás apenas de Minas Gerais, responsável por R$3,1 bilhões (ANM, 2024). A Tabela 1 mostra o total de arrecadação dos cinco estados que mais arrecadaram em 2023.

Tabela 1 – Total de arrecadação de recursos da CFEM em 2023

UF	ARRECADAÇÃO
MG	R$ 3.178.926.734,16
PA	R$ 2.699.183.143,63
BA	R$ 168.976.705,13
GO	R$ 161.531.872,26

MT	R$ 114.510.388,73

Fonte: ANM (2023)

O protagonismo mineral do Pará se deve em grande parte à prática extrativista realizada nos municípios de Canaã dos Carajás e Parauapebas, isso porque ambas exploram e exportam minérios de ferro, níquel, alumínio, silício, entre outros (SIMINERAL, 2022). Nesse sentido, a prática de exploração mineral pode trazer grandes receitas e, se conduzida com responsabilidade técnica e ambiental, pode harmonizar o uso dos recursos naturais e configurar uma alternativa viável para a geração de benefícios amplos e duradouros (Cordani; Juliani, 2019).

2.8 ROBÓTICA EDUCACIONAL E O CONSTRUCIONISMO

A Robótica Educacional é um importante recurso pedagógico, que permite a formação de estudantes de praticamente todos os níveis de escolaridade (Nunes; Viana;Viana, 2021). Segundo Santo, Pozzebon e Frigo (2013), entende-se por robótica educacional a utilização de conceitos da robótica industrial na escola, a qual utiliza da multidisciplinaridade para o desenvolvimento de competências e habilidades dos estudantes. Além disso, através da robótica educacional é possível desenvolver competências individuais e sociais (Nunes;Viana; Viana, 2021).

Não obstante, a robótica trata-se de um modelo de ensino inovador, na qual um dos seus principais pilares é o “aprender fazendo”, aplicado através da construção do conhecimento por meio da experimentação (Nunes; Viana;Viana, 2021). Logo, as raízes da robótica educacional encontram-se principalmente nas ideias do Construtivismo de Jean Piaget e do Construcionismo de Seymour Papert, as quais ambas defendem que o aprendizado é mais eficiente quando os estudantes participam ativamente no processo (Zilio; Nóbile, 2020).

Seymour Papert foi um dos precursores a reconhecer o computador como ferramenta potencializadora na aprendizagem e o criador de uma nova linha de pensamento: o construcionismo. O Construcionismo, teoria criada por Papert, define que os estudantes aprendem mais eficientemente através da construção de materiais concretos, abrindo mão de proposições abstratas (Massa; Oliveira; Santos, 2022). Também é baseado no ”aprender fazer” e no “aprender a aprender”, onde o aluno participa ativamente da própria aprendizagem, permitindo que ele construa algo material para tal (Massa; Oliveira; Santos, 2022).

Nesse sentido, a robótica é utilizada nesta pesquisa como meio facilitador do processo ensino-aprendizagem no alcance dos objetivos do projeto. Além disso, muitas vezes, a robótica

é associada a Metodologias Ativas visando o caráter cognitivo e participativo através das inter-relações dos estudantes, o que permite ao professor realizar a associação desta com a ABP, por exemplo, de maneira que se complementam em aulas cada vez mais participativas.

2.9 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ABP)

Nos moldes do que se classifica como Aprendizagem Ativa a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) encontra-se no centro de metodologias ativas que instigam os estudantes à pesquisa científica e busca por resoluções do cotidiano.

A Metodologia Ativa é um método baseado no ensino centrado no aluno, o qual é encorajado a participar ativamente no processo ensino-aprendizagem. Não obstante, este método busca instigá-los a explorar, questionar, colaborar e aplicar o conhecimento em condições reais no cotidiano (Cruz, 2022). Nesse sentido, diversas metodologias abordam os métodos com suas respectivas características e etapas.

A ABP é uma das metodologias ativas na qual os estudantes "se envolvem com tarefas e desafios para resolver um problema ou desenvolver um projeto que tenha ligação com a sua vida fora da sala de aula" (Bacich; Moran, 2018, p. 57). De acordo com Bacich e Moran (2018), a ABP envolve processos como reflexão, *feedback* e autoavaliação através de discussões para a melhora de ideias.

Bender (2014) aponta que a ABP se destaca por ser o formato de ensino inovador, no qual os estudantes são motivados por problemas do mundo real, levando a construir projetos autênticos e realistas para uma determinada questão motivadora e envolvente. Segundo o autor, a investigação inerente à ABP dá margem à opção de escolha dos melhores caminhos a serem traçados pelos estudantes em conjunto.

Nesse sentido, os projetos elaborados na ABP contribuem para o desenvolvimento de competências e habilidades, bem como desenvolvem as relações socioemocionais em todas as etapas inerentes ao método. As fases da ABP são citadas por Bender (2014) e Bacich e Moran (2018), tal como ilustra o quadro abaixo.

Quadro 2 – Fases da Aprendizagem Baseada em Projetos

Contextualização	Os alunos precisam querer fazer o projeto, se envolver emocionalmente, achar que dão conta do recado caso se esforcem, etc.
Brainstorming	Espaço para a criatividade, para dar ideias, ouvir os outros, escolher o que e como produzir, saber argumentar e convencer.
Organização	Divisão de tarefas e responsabilidades, escolha de recursos que serão

	utilizados na produção e nos registros, elaboração de planejamento.
Registro e reflexão	Autoavaliação, avaliação dos colegas, reflexão sobre qualidade dos produtos e processos, identificação de necessidade de mudanças de rota.
Melhoria de ideias	Pesquisa, análise de ideias de outros grupos, incorporação de boas ideias e práticas.
Produção	Aplicação do que os alunos estão aprendendo para gerar os produtos.
Apresentação e/ ou publicação	Com celebração e avaliação final.

Fonte: Adaptado de Bacich e Moran (2018)

Tomando como base que a ABP rompe os paradigmas do ensino tradicional, faz-se necessário a remodelagem das atitudes dos envolvidos, tanto os professores quanto os alunos. Se no ensino tradicional o professor está no centro do processo de aprendizagem, no qual o torna com o papel de detentor do conhecimento, na ABP o professor exerce apenas o papel de facilitador do ensino (Bender, 2014).

Ainda conforme Bender (2014), o papel de facilitador delega algumas atividades ao professor, tais como: selecionar os recursos de apoio com critérios; realizar buscas de vídeos confiáveis; facilitar discussões em grupo; orientar; avaliar tarefas individualmente e em grupo; aconselhar, incentivar, entre outros.

2.10 A UTILIZAÇÃO DE ABP E ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE ASTRONOMIA

A ABP é uma abordagem educacional que permite aos alunos aprenderem através da resolução ou pesquisa de problemas práticos, bem como permite a participação direta no processo de aprendizagem (Cruz, 2022). A Robótica Educacional, por outro lado, se utiliza da construção, programação e operação de equipamentos eletrônicos construídos pelos próprios estudantes. Além disso, a apresenta-se como uma forma de ABP, na qual é centralizada na construção de projetos robóticos que auxiliem na solução de problemas/perguntas do cotidiano.

Com base nos conceitos astronômicos abordados no Ensino Básico, muitas vezes é necessário recorrer a diferentes estratégias pedagógicas para se discutir conteúdos abstratos como, movimento aparente de corpos celestes, formação do Sistema Solar, eclipses, pontos cardeais, entre outros (Langhi, Nardi, 2009; Ferreira et al., 2021). A ABP, assim como outras metodologias ativas, torna-se uma importante aliada na abordagem destes conceitos, tendo em vista que estamos sempre cercados de fenômenos físicos e/ou astronômicos que, de certa forma, estão ligados à Astronomia e seus conceitos. Logo, através do uso da ABP e outras

metodologias, os alunos tornam-se protagonistas de sua própria aprendizagem, sendo engajados ativamente na investigação de soluções e desenvolvimentos de habilidades científicas e coletivas (Martins, Perez, 2023).

Ainda, a robótica educacional tem um importante papel no ensino de astronomia, pois possibilita a compreensão do processo de idealização, construção e operacionalização de missões interplanetárias, além de apresentar conceitos abstratos no contexto dos estudantes (Ferreira et al., 2021). Ao desenvolver projetos de robótica, o aluno tem a oportunidade de aprofundar seus conhecimentos teóricos, desenvolver habilidades de trabalho em equipe, bem como estimular a criatividade e curiosidade pela exploração do cosmos (Gonçalves, Benite, 2022).

Isto posto, a combinação entre ABP e robótica educacional no ensino de Astronomia, torna-se uma importante aliada nas apresentações de conceitos astronômicos abstratos. Consequentemente, a participação dos processos de pesquisa e de construção permite que os alunos entendam o funcionamento do método científico envolvido na prática da investigação astronômica. Aliado a isso, temos a abordagem da temática a ser desenvolvida em sala de aula, que deve chamar a atenção dos alunos, permitindo que desperte o interesse de estudá-los por contra própria (Bacich; Moran, 2018).

A proposta aqui desenvolvida torna-se inovadora em dois aspectos: o temático, visto que os minerais são abordados de maneira isolada nas aulas, evitando associações com outras áreas, e o didático, uma vez que permite associar ABP com Robótica Educacional sem que haja conflito de etapas ou aspectos vinculados a ambas.

Nesse sentido, a pesquisa busca explorar as variáveis, processos e limitações enfrentadas durante o desenvolvimento de missões astronômicas enviadas à Marte, e, também, dá margem para a reflexão acerca das características física e química do planeta, estabelecendo conexões com a Terra e outros corpos celestes do Sistema Solar.

2.11 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE ASTRONOMIA

A Aprendizagem Significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, de maneira não arbitrária e substantiva (Moreira, 1999). Nesse sentido, destaca-se por ser progressiva e não abrupta, onde os conhecimentos são assimilados com significados relativos aos contextos que são aplicados (Moreira, 2021).

Moreira (2021) aponta que o ensino de Física é considerado problemático por, muitas vezes, se resumir à memorização de fórmulas sem que haja assimilação efetiva de conceitos físicos. Segundo o autor, ensinar física envolve conceitos, modelagem, atividades experimentais, aprendizagem significativa, entre outros. Semelhante a isto, a Astronomia pode ser considerada por muitos uma ciência distante da realidade e abstrata (Macêdo, Voelzke, 2020). Nesse sentido, um importante fator no contorno de tal problemática é o estabelecimento da Aprendizagem Significativa dos estudantes, buscando a possibilidade da associação correta e eficiente dos conceitos.

Ensinar astronomia não se resume apenas estudar outros corpos e suas características, trata-se, também, de entender as relações da Terra com o cosmos. Nesse sentido, a Astronomia tem potencial para envolver os estudantes na compreensão do funcionamento do universo, bem como entender os fenômenos que acontecem ao nosso redor (Batista, Reinisz, Gomes, Blanco, 2023). Logo, a agregação de diferentes e envolventes estratégias didáticas é imprescindível à promoção da aprendizagem significativa dos estudantes, auxiliando-os a explorar e compreender conceitos complexos através do envolvimento.

3. OBJETIVOS

3.1 GERAL

Elaborar oficina à luz da Aprendizagem Baseada em Projetos que promova aproximação, discussão e reflexão da importância dos minerais encontrados em Marte e na Região Amazônica, utilizando a Robótica Educacional como ferramenta ativa de aprendizado, tendo como participantes da pesquisa estudantes do ensino médio de uma escola pública de Belém-PA.

3.2 ESPECÍFICOS

- Elaborar uma oficina de atividades teóricas e experimentais baseada em alguns minerais encontrados no estado do Pará, tendo como enfoque a abordagem da exploração espacial com estudantes da E.E.E.M. “Pedro Amazonas Pedroso”;
- Construir maquete que reproduza cenário paisagístico de Marte e veículos em miniatura automatizados capazes de exemplificar o processo físico de exploração mineral;

- Construir oficina com todas as etapas teóricas e experimentais das atividades temáticas (produto educacional), para os professores de Ciências do Ensino Básico, a fim de servir de apoio para o processo de ensino-aprendizagem sobre os conceitos de Astronomia.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção, são apresentados o Locus e participantes da pesquisa, abordagens e instrumentos de coleta de dados, bem como a oficina "Marte na perspectiva amazônica: um caminho para o ensino de ciências" como proposta de ensino integrador e participativo.

Para o desenvolvimento dos aspectos teóricos metodológicos da pesquisa, aplica-se a abordagem da Pesquisa-Ação, tendo em vista sua natureza coletiva, que favorece as discussões e a produção cooperativa de conhecimentos específicos sobre a realidade vivida (Thiollent, 2018; Santos; Sobral Junior, 2020), norteada pelos pressupostos qualitativos e levantamento bibliográfico específico da área conforme orienta Minayo (2013).

Entende-se que a pesquisa qualitativa, aplicada ao contexto do ensino de Astronomia, permite compreender como o aluno constrói significado sobre os fenômenos celestes, valorizando as suas percepções, experiências e concepções. Logo, para Minayo (2013), a pesquisa qualitativa é essencial para investigar a complexidade das interações humanas e interpretar os sentidos atribuídos ao conhecimento científico em diferentes contextos.

No ensino de Astronomia, tal perspectiva possibilita investigar a aprendizagem conceitual e influências culturais, sociais e emocionais, que moldam o interesse pela compreensão dos estudantes sobre o universo. Dessa forma, este tipo de pesquisa contribui de maneira fundamental para o desenvolvimento de metodologias ativas inovadoras, promovendo uma aprendizagem significativa e contextualizada.

Assim, compreende-se que a metodologia científica empregada na pesquisa vai além de uma mera descrição de métodos e técnicas a serem utilizados. Ela orienta as conexões que devem ser estabelecidas com o referencial teórico adotado (Silva; Matias; Barros, 2021). Considerando que o estudo é qualitativo, focando na abordagem da realidade, busca-se investigar como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) influencia o processo de ensino-aprendizagem dos participantes.

Nesse contexto, são examinadas as contribuições da estratégia pedagógica de Ensino de Astronomia, configurada na forma de uma oficina, que emprega a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) para abordar a exploração espacial no Ensino Médio. O objetivo é alcançar

os objetivos propostos através do desenvolvimento dessa estratégia pedagógica fundamentada na ABP, buscando motivar os participantes da pesquisa a se tornarem alunos autônomos, críticos e engajados no processo de construção do conhecimento.

A execução e coleta de dados da pesquisa ocorreu após a aprovação do projeto de pesquisa no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) vinculado a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) de número 76082023.4.0000.8607.

4.1 LOCAL DE ESTUDO

A E.E.E.F.M "Pedro Amazonas Pedroso" é uma escola tradicional do município de Belém, identificada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) através do código 15038378. Segundo levantamento no *site* oficial da Secretaria de Educação do Estado do Pará (SEDUC/PA), em 2023, a escola teve um total de aproximadamente 1927 alunos, funcionando nos 3 turnos.

A seleção da Escola como *lócus* da aplicação da pesquisa se justifica por sua tradição em receber de braços abertos as propostas de pesquisas educacionais de graduação e pós-graduação. Por este motivo, a pesquisa oferece uma alternativa de ensino integradora e envolvente, para que os estudantes possam superar os desafios educacionais e trabalhar em equipe para a construção de conhecimentos concretos.

O professor pesquisador não faz parte do quadro de funcionários, porém, a pesquisa foi acolhida por membros do corpo docente e direção da escola, que disponibilizaram turmas do Ensino Médio para a realização das etapas da proposta. Com isso, cerca de 28 estudantes de uma mesma turma de terceiro ano foram convidados a participar da pesquisa seguindo os critérios éticos preconizados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), garantindo, assim, a integridade ética dos participantes.

4.2 ABORDAGEM DA PESQUISA

A pesquisa utilizou a Pesquisa-ação como método devido sua característica coletiva, que forma uma ação planejada de caráter social, educacional e técnico (Thiollent, 2011). Nesse sentido, define-se a Pesquisa-ação como

> Um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do

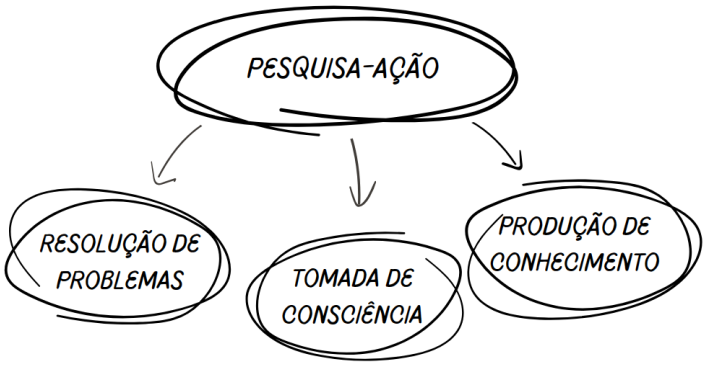
> problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (Thiollent, 2011, p. 20).

Silva, Matias e Barros (2021) apontam que, na condição de pesquisa participativa, esse método rompe com paradigmas tradicionais envolvendo o pesquisador e o participante. Para os autores, na pesquisa-ação, os indivíduos possuem relações estreitas, pois desenvolvem ações coletivas em prol da resolução de problemas relacionados ao contexto social.

Thiollent (2011) considera que a pesquisa-ação considera um contexto favorável, no qual o pesquisador limita suas investigações. Segundo o autor, alguns aspectos principais trazem características da pesquisa-ação, tais como: i) ampla e explícita interação entre os participantes; ii) ponderações dos problemas a serem solucionados e das soluções a serem discutidas; iii) o objeto de investigação é constituído pela situação social e pelos problemas encontrados na situação; iv) o objetivo trata-se de resolver ou elencar os problemas de determinadas situações; v) acompanhamento das decisões, ações e de toda a atividade de investigação; vi) não é uma forma de ação, mas sim um método de aumentar o conhecimento dos pesquisadores.

Nesse sentido, a síntese das ideias de Thiollent (2011) são enfatizadas na Figura 6, a reduz as principais características em apenas três: Resolução de problemas, produção de conhecimento e tomada de consciência.

Figura 6 – A pesquisa-ação na solução de problemas



Fonte: Adaptado de Thiollent (2011).

Portanto, observa-se que a finalidade da produção de conhecimento abre possibilidade para o aprendizado através do desenvolvimento de material, seja ele intelectual ou concreto na solução ou investigação da problemática. Nesse sentido, enfatiza-se as etapas da proposta pedagógica na construção processual de material pedagógico que facilite o entendimento dos conceitos abordados.

4.3 ANÁLISE DE DADOS

A pesquisa de natureza qualitativa aqui realizada utiliza instrumentos de coleta de dados baseados em áudio, vídeo e questionário com perguntas abertas e fechadas disponibilizados via *Google Forms*, aplicados adequadamente a cada etapa (Coppete, 2014).

Os dados colhidos são analisados à luz da análise de conteúdo, seguindo os pressupostos estabelecidos por Bardin (2011). A Análise de Conteúdo pode ser entendida como uma técnica de "análise das comunicações, que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitem as inferências de conhecimentos relativos de condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens" (Bardin, 2011, p. 48). Para tal, organiza-se a análise nas seguintes etapas: a) pré-análise; b) exploração do material e c) tratamento dos resultados.

4.4 ASPECTOS ÉTICOS E DOCUMENTAÇÃO

A pesquisa foi desenvolvida conforme as orientações da resolução CNS 466/12 e 510/16, garantindo a integridade dos participantes conforme as resoluções, incluindo a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Para assegurar a realização das etapas da pesquisa, fez-se o uso do Termo de Aceite da Instituição (ANEXO A). Além disso, foram utilizados documentos que garantem a integridade ética dos participantes, como Termo Consentimento de Uso de Imagem e Som de Voz (TCUISV) (ANEXO F), Termo de Compromisso para a Utilização e Manuseio de Dados (TCUD) (ANEXO G), Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE) (ANEXO H), Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO I; ANEXO J).

4.5 RISCOS E BENEFÍCIOS

A pesquisa reconhece os possíveis constrangimentos enfrentados pelos participantes durante a coleta de vídeos, imagens e áudios, assegurando tratamento discreto e respeito à liberdade de participação. O acesso aos vídeos é restrito aos pesquisadores para transcrição, com identidades protegidas por codinomes. Considera-se também os riscos digitais, seguindo diretrizes do ofício circular Nº 2/2021/CONEP/CNS/MS, armazenando dados em locais seguros e adotando protocolos de segurança cibernética. Preocupações com acessibilidade e inclusão são destacadas, com a necessidade de garantir igualdade de acesso e considerar limitações tecnológicas. Por outro lado, a pesquisa beneficia o aprendizado científico dos alunos, desenvolvendo habilidades práticas e teóricas aplicáveis em diversos contextos.

4.6 A OFICINA

A oficina aplicada utilizou as metodologias ativas como instrumento para o ensino de ciências valendo-se da Aprendizagem Baseadas em Projetos (ABP) e a Robótica Educacional, utilizadas adequadamente no decorrer das etapas de execução. Essas metodologias ativas são norteadas por uma oficina que busca discutir, refletir, planejar e executar ações de natureza real e contextualizada na Amazônia.

A oficina é baseada nos princípios da ABP desenvolvida por Bender (2014). Bacich e Moran (2018) apontam que o caráter colaborativo e trabalho coletivo podem ser importantes auxiliares na solução de problemas extraídos da realidade observada pelos alunos. Por isso, as etapas de estudo correspondem a um conjunto de atividades que está fundamentada na realização de tarefas coletivas, tendo na investigação, ação e reflexão a promoção para as mudanças almejadas, tratando-se de uma metodologia que se diferencia do modelo tradicional de ensino.

A oficina ocorreu de modo presencial na E.E.E.F.M. “Pedro Amazonas Pedroso”. O *Google Forms* foi utilizado como base para elaboração dos questionários de avaliação e coleta de dados. Esses questionários estão organizados em Apêndices da seguinte forma: “A” (Questionário de Sondagem), para o levantamento de conhecimentos prévios dos participantes; “B” (Formulário de Pesquisas), para o preenchimento dos dados coletados pelos estudantes; “C” (Questionário Final Autoavaliativo), para medir o aprendizado dos participantes após a aplicação da oficina.

Tem como objetivo a construção do projeto de cenário interativo que representa o cenário paisagístico de Marte, e que fará parte do Produto Educacional da proposta de ensino. É organizada por meio de um roteiro de cinco módulos, os quais um deles será voltado exclusivamente para a abordagem teórica e prática de Robótica.

4.6.1 Etapas da oficina

Com base no que foi exposto, a oficina está organizada nos módulos abaixo, respeitando as etapas propostas por Bender (2014).

4.6.1.1 Módulo I – A Astronomia e os minerais

1ª Etapa – Sondagem e Contextualização

Esta etapa foi realizada presencialmente na escola *locus* da pesquisa, em um encontro composto por dois tempos de 45 minutos, totalizando 90 minutos para a apresentação dos objetivos da oficina e a prática desenvolvida.

Inicialmente, foi disponibilizado um Questionário de Sondagem (APÊNDICE A) para compreender os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos minerais, sua importância para o cotidiano e para a astronomia. Em seguida, para exercício de contextualização, os estudantes formaram grupos de quatro ou cinco membros e, em seguida, o professor mostrou vídeos do *Youtube*, abordando os minerais e sua presença em Marte.

Bender (2014) conceitua "Âncora" como um dos principais termos utilizados na ABP, a qual se refere à base dos questionamentos futuros. A âncora do projeto muitas vezes pode ser representada pelos materiais prévios compartilhados (jornais, revistas, vídeos, textos, etc.) e pode auxiliar o professor a "preparar o terreno" no início das discussões, trazendo à tona a questão motriz da oficina.

2ª Etapa – Pesquisas

Em um segundo encontro, também de 90 minutos, o professor solicitou aos estudantes que realizassem pesquisas por informações sobre o tema proposto, podendo utilizar livros, vídeos e *sites*. Para registro da pesquisa, o professor disponibilizou um Formulário de Pesquisa (APÊNDICE B), direcionando a pesquisa para minerais da Amazônia e de Marte, suas aplicações e o local onde são encontrados.

4.6.1.2 Módulo II – Robótica

Este módulo foi destinado à introdução aos conhecimentos e prática de Robótica em sala de aula. Para tal, uma pequena oficina foi realizada para o embasamento teórico e prático da plataforma Arduino, constituída de três encontros presenciais na E.E.E.F.M. "Pedro Amazonas Pedroso".

A oficina busca a introdução aos conhecimentos básicos sobre o Arduino, seus componentes e suas funcionalidades e, para tal, fez-se à construção de um carrinho robô movido via *Bluetooth* e que envia "mensagens" à distância. Vale comentar que, devido a falta de computadores, o professor realizou todas as etapas relacionadas à programação, restando a construção física dos circuitos elétricos pelos alunos. Mesmo assim, buscou-se a autonomia do

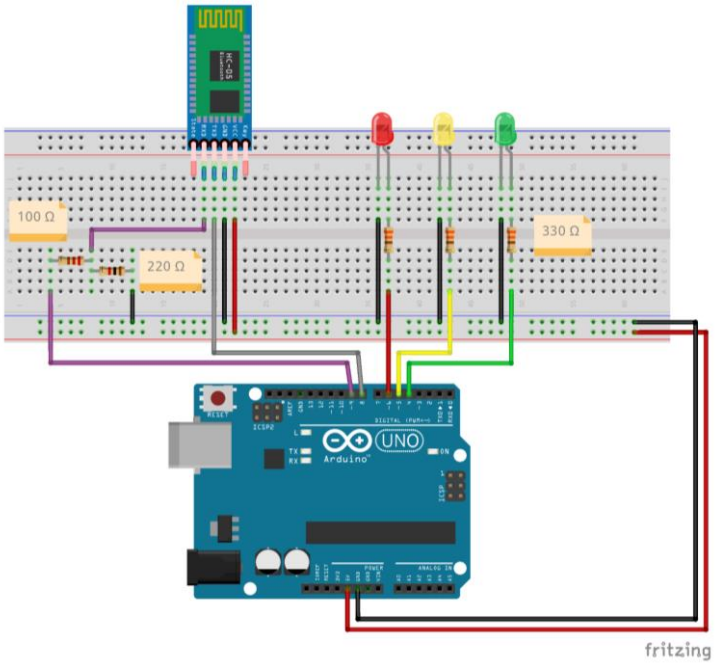
estudante para que aprendessem de forma colaborativa e reflexiva, conforme os pressupostos de Bender (2014) e Bacich e Moran (2018).

Com base nisso, este módulo compôs um total de três encontros síncronos e na escola, onde foram feitos projetos, sendo um a complementação do outro, adicionando novos equipamentos e fazendo as devidas adaptações para chegar no resultado final. Logo, os alunos foram direcionados para a construção dos projetos, sendo o professor apenas mediador do processo ensino-aprendizagem. O registro das atividades é realizado com a utilização do diário de bordo, que corresponde a um modelo que viabiliza o processo de investigação sobre a prática atual do professor e consequente reflexão (Coppete, 2014).

1ª Encontro – Módulo de Controle

O professor fez uma breve apresentação de *slides* sobre alguns fundamentos da robótica e a apresentação dos equipamentos e objetivos da oficina. Em seguida, os grupos se reuniram novamente e os materiais foram distribuídos. Além disso, foram disponibilizados roteiros mostrando a lista de eletrônicos, o circuito a ser montado (Figura 7) e os passos a serem seguidos.

Figura 7 – Circuito elétrico do 1º encontro do Módulo II



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

O projeto consiste em uma associação de LEDs e um dispositivo de comunicação *bluetooth*. Após montado, os grupos aprendem como um projeto de envio/recebimento de

comandos à distância funciona. Na prática, os LEDs podem ser controlados (ligar ou desligar) através de um aplicativo específico para projetos como este (Figura 8).

Figura 8 – Bluetooth Switch e o QR Code para download



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

2ª Encontro – Módulo de Leitura

O segundo encontro definiu uma das principais ferramentas do *rover*: a leitura de informações. Para que o carrinho envie mensagens através do módulo de comunicação é necessário adicionar um módulo RFID (*Radio Frequency Identification* ou Identificação por Rádio Frequência) (Figura 9) ao projeto. Trata-se de um dispositivo bastante utilizado em leituras do tipo chaves de acesso e que permite personalizar informações para cada identificador – também chamados de *tags* (Babos, 2024). Objetiva-se distribuir estas *tags* pelo cenário de Marte, onde o *rover* possa detectá-los e enviar informações previamente gravadas via *Bluetooth*. Assim, o projeto permite que o estudante entenda os processos de investigação científica em solo extraterrestre.

Figura 9 – Módulo RFID e suas tags



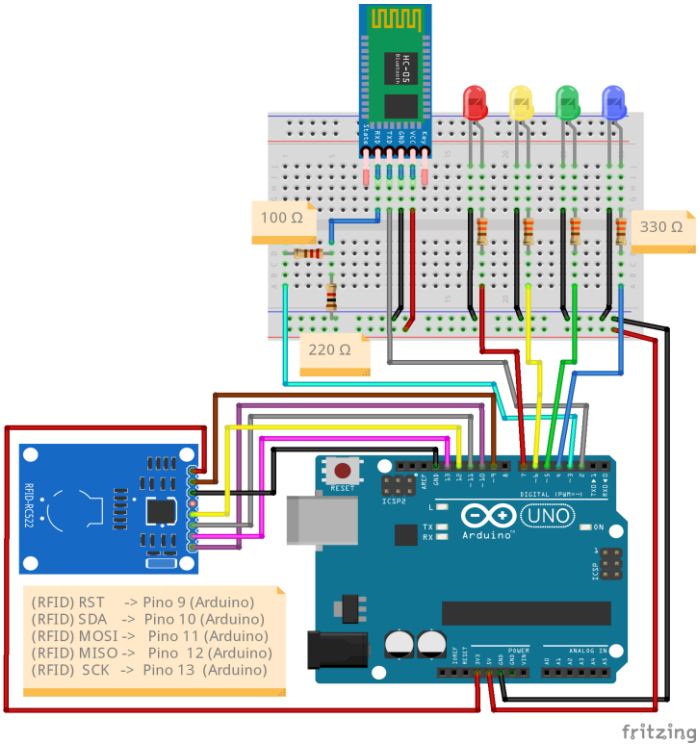
Fonte: Babos, 2024.

Em um passo anterior ao encontro com os estudantes, o professor realizou as gravações das informações nas *tags* (cartões) de cada equipe, contendo as disponibilizadas através do Formulário de Pesquisas (APÊNDICE B), na 2ª etapa do Módulo II.

Em sala de aula, os estudantes foram orientados a formar novamente os grupos para a construção do Módulo de Leitura. Tal como no encontro anterior, equipamentos e roteiros

foram disponibilizados. A Figura 10 mostra o circuito que integra o Arduino com o módulo RFID e lâmpadas LED.

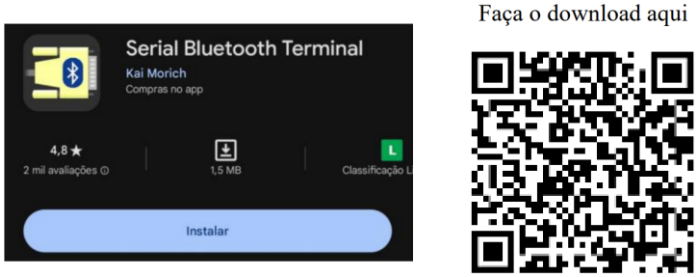
Figura 10 – Circuito elétrico do 2º encontro do Módulo II



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Para a execução e leitura das informações utilizou-se um aplicativo diferente do utilizado no 1º encontro. O *Serial Bluetooth Terminal* (Figura 11) é um aplicativo que permite fazer conexões seriais com o microcontrolador (Arduino) para transferir e/ou receber dados.

Figura 11 – Serial Bluetooth Terminal



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

3ª Encontro – Construção do *Rover*

O terceiro encontro de Robótica foi destinado à finalização da construção do *rover* a partir da estrutura do carrinho. O *Chassi* 2WD (Figura 12) trata-se de uma das estruturas

disponíveis para construção de robôs. O modelo possui uma plataforma acrílica com dois motores DC com conexões independentes, além de uma roda “boba” e um porta 4 pilhas AA.

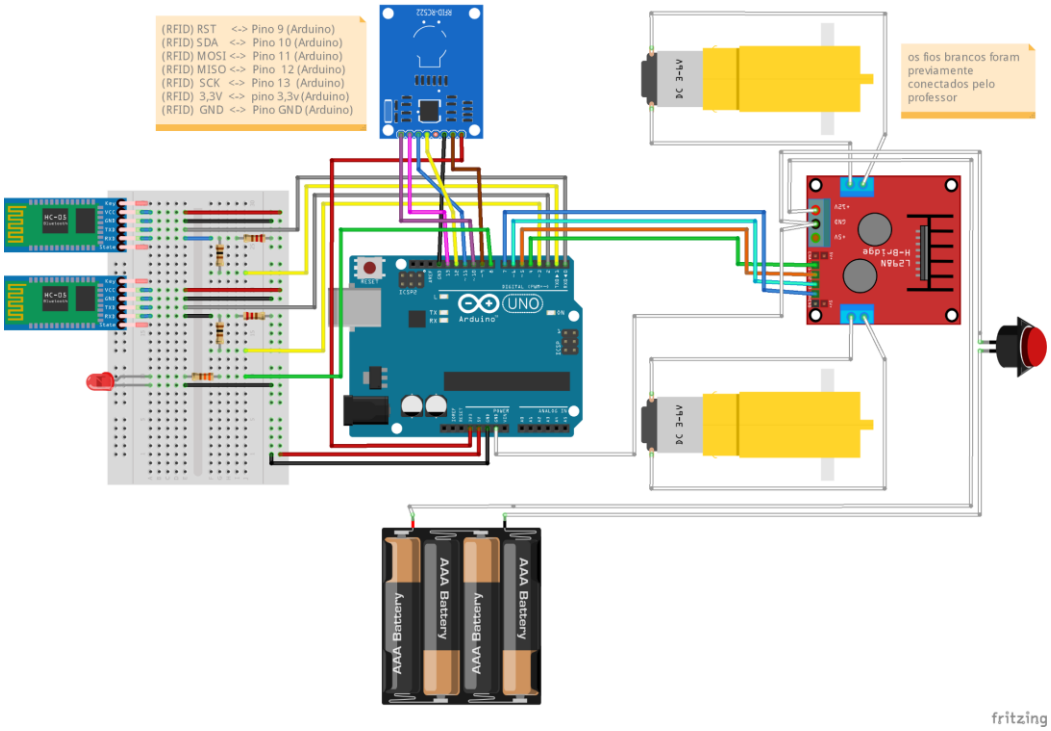
Figura 12 – Chassi 2WD



Fonte: Hero, 2024

As equipes receberam, então, os roteiros para a construção final do *rover* (Figura 13). Aqui, vale ressaltar que o projeto do encontro anterior (Módulo de Leitura) é adicionado no *chassi*, levando em consideração sua estrutura e fazendo as devidas adaptações nos circuitos.

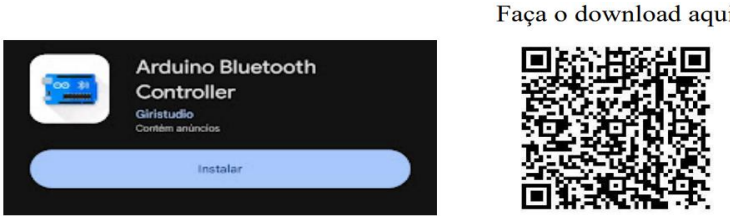
Figura 13 – Circuito elétrico do 3º encontro do Módulo II



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Para controlar, usamos o aplicativo Arduino *Bluetooth Controller* (Figura 14), levando em consideração sua interface de *Joystick* que permite ao estudante maior imersão ao controlá-lo.

Figura 14 – Arduino Bluetooth Controller



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Devido ao curto período da oficina não foi possível destinar uma etapa de personalização dos robôs construídos pelas equipes.

4.6.1.3 Módulo III - *Brainstorming*

Bacich e Moran (2018) afirmam que se deve proporcionar um espaço para o exercício da criatividade, compartilhamento de ideias e tomada de decisões. Nesse sentido, Bender (2014) denomina *brainstorming* o espaço para o diálogo e reflexão sobre possíveis soluções para determinados problemas dentro do próprio projeto.

Pensando nisso, criamos um espaço de diálogo sobre as informações do Formulário de Pesquisa (APÊNDICE B), permitindo que os alunos refletissem sobre os dados fornecidos por eles a serem apresentados no projeto final, principalmente sobre os minerais escolhidos pelos grupos atendiam aos requisitos da oficina. No vislumbre de um refinamento destes resultados, o professor criou o Formulário de Refinamento de Pesquisa (APÊNDICE C), cujas informações compõem o projeto final.

4.6.1.4 Módulo IV - O projeto

O Módulo IV destaca-se por estar direcionado à construção e apresentação do projeto final da oficina: o cenário. Bacich e Moran (2018) afirmam que a ABP abre espaço para a possibilidade de aplicação de vários tipos de projetos, tais como: Construtivo, com a finalidade de construir algo novo; Investigativo, para a pesquisa sobre uma questão/situação; e Explicativo, voltado às buscas por respostas a questões do tipo "como funciona? Para que serve? Como foi construído?". Tomando como base o objetivo da construção da maquete como projeto, nota-se que, dentro dos parâmetros dos autores, a proposta de oficina foi desenvolvida como um projeto do tipo Construtivo.

Para que os estudantes tivessem maior liberdade, foi proposto uma votação para o tipo de projeto que poderiam desenvolver. Emergiram, então, duas opções: impressão de um *banner*, ilustrando um local específico do Planeta Vermelho, ou uma maquete paisagística. Em suma, as opções se resumem em:

a) ***banner*:** em um encontro presencial na sala de aula, os grupos pesquisaram por regiões específicas de Marte para que fosse enviado à uma gráfica para impressão.
b) **maquete:** em um encontro presencial, os grupos seriam reunidos na biblioteca da escola com seus respectivos materiais de papelaria para a construção.

Logo, Bender (2014), o processo de desenvolvimento do projeto é parte essencial, pois permite que os estudantes tomem decisões acerca das atividades a serem realizadas, permite a pesquisa por informações adicionais e a divisão de responsabilidades entre os membros do grupo. Sendo assim, o desenvolvimento do produto/projeto final permite que os estudantes se comuniquem e trabalhem de forma colaborativa.

4.6.1.5 Módulo V – Socializações

Após a construção, agendamos a socialização e, portanto, a finalização do projeto, que pôde ser registrada através de áudio e vídeo pelo professor. A socialização dos projetos é parte crucial na ênfase dos conhecimentos adquiridos durante o processo (Bender; 2014). Nesta etapa, os estudantes têm a oportunidade de valorizar sua produção e o contexto para o qual ela foi construída. Bender (2014) afirma que a talvez esta seja a razão principal para o envolvimento dos alunos nas experiências da ABP.

4.6.1.6 Questionário final (CH: 0,5h)

Ao término da oficina, foram distribuídos os instrumentos de coleta de dados a fim de investigar os conhecimentos adquiridos durante o processo. Esta etapa foi realizada imediatamente após as apresentações dos grupos, ainda em sala de aula.

O compartilhamento do Questionário Final Autoavaliativo (APÊNDICE D) foi feito via *Google Forms* para os participantes após a conclusão do módulo anterior. Acredita-se que as ferramentas de autoavaliação com perguntas abertas são formas úteis em projetos de ABP, pois permitem que o aluno reflita mais profundamente sobre aspectos específicos, oferecendo respostas de um ou mais aspectos do seu trabalho (Bender, 2014). Nesse sentido, o Questionário Final Autoavaliativo (APÊNDICE D) busca compreender quais conhecimentos os estudantes conseguiram obter após a aplicação da oficina.

A perspectiva é que os participantes tenham aprendido, através de atividades colaborativas de pesquisa e construção, conceitos de Astronomia e Robótica.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os principais dados coletados no decorrer das pesquisas. Inicialmente são avaliados módulo a módulos, tecendo comentários com base no referencial adotado. Por fim, no intuito de avaliar a proposta globalmente, são apresentadas análises comparativas entre os dados coletados no início e fim da proposta.

5.1 ANÁLISE DE APRENDIZAGEM

5.1.1 Módulo I - A Astronomia e os minerais

No primeiro encontro, o professor apresentou a proposta por meio de uma conversa com os estudantes, detalhando as etapas do processo e as habilidades que seriam adquiridas ao longo de cada encontro. Em seguida, foi aplicado um Questionário de Sondagem (APÊNDICE A) utilizando a plataforma *Google Forms*. O questionário foi acessado por meio de um *QR Code* disponibilizado no roteiro impresso, direcionando os alunos para as perguntas listadas no quadro abaixo.

Quadro 3 – Perguntas do questionário de sondagem

Perguntas	
Nº 1	*Com base na sua percepção, os minerais são importantes para o seu cotidiano?*
Nº 2	*Você conhece alguma região do Estado do Pará onde podemos encontrar extração de minerais?*
Nº 3	*Você acha que os estudos e missões astronômicas poderiam auxiliar na demanda mundial por minerais? Por que?*
Nº 4	*Você acha que a ciência já avançou ao ponto de encontrarmos em outros planetas os mesmos minerais extraídos no Pará?*

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

A análise de conteúdo das respostas obtidas em cada pergunta é realizada considerando as etapas de pré-análise, exploração do material, tratamento, inferência e interpretação das respostas (Bardin, 2011). O autor define as “unidades de registro” – aqui expressas sob a forma de categorias – como “unidade de significação codificada e corresponde ao segmento de

conteúdo considerado unidade de base, visando a categorização e a contagem frequência" (Bardin, 2011, p. 134). Como alternativas, Bardin sugere que as unidades de registro mais frequentes podem ser: palavras, temas, objetos, personagens, acontecimentos e documentos. Assim, nesta pesquisa, os dados são analisados de acordo com sua temática, buscando identificar "núcleos de sentido" cujas frequências possam fornecer significados relevantes para a investigação (Bardin, 2011).

Os estudantes responderam às perguntas sem consultar outras fontes, apresentando apenas seus conhecimentos sobre a temática. O Quadro 4, assim como os subsequentes, apresentam categorias emergentes com base na semelhança das 28 respostas à primeira pergunta do questionário de sondagem (Quadro 3).

Quadro 4 – Análise das respostas para a pergunta nº 1 do questionário de sondagem

Categoria-Respostas	Frequência	%
Afirmam, mas não justificam	13	46,4
São importantes para o cotidiano	4	14,3
Outras aplicações práticas	4	14,3
Eletricidade e afins	4	14,3
Fazem bem para a saúde	3	10,7
Desconhecem	0	0

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Os dados do Quadro 4 assinalam o conhecimento dos discentes sobre aspectos básicos dos minerais. Observa-se que todos os alunos reconhecem a importância desses materiais e, além disso, muitos conseguem associar sua aplicabilidade a áreas como eletricidade e saúde, evidenciando um certo grau de familiaridade prévia com o tema.

Diante desse cenário, é questionado, também, o conhecimento dos alunos sobre o contexto local em que estão inseridos (pergunta nº 2 do Quadro 3). O Quadro 5 revela que a maioria menciona as cidades de Canaã dos Carajás (39,3%) e Parauapebas (39,3%), principais polos de extração mineral na região Norte.

Quadro 5 – Análise das respostas para a pergunta nº 2 do questionário de sondagem

Categoria-Respostas	Frequência	%
Canaã dos Carajás	11	39,3
Parauapebas	11	39,3

Não souberam responder	6	21,4

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Ao referir-se a essas cidades, evidenciam um entendimento da relevância da mineração para o progresso local e regional. Essa visão é crucial, pois vincula o saber científico ao dia a dia dos estudantes, tornando o processo de aprendizagem mais significativo e pertinente. Ademais, tal ligação dá possibilidade para um debate acerca dos efeitos econômicos, ambientais e sociais da mineração, expandindo a abrangência do conteúdo abordado em sala de aula. Nota-se, no entanto, um alto grau de desconhecimento sobre tais pontos (21,4%).

Nesse sentido, faz-se necessário abordar a temática com detalhamento em sala de aula. O Quadro 6 analisa as respostas ao questionamento sobre a importância da exploração espacial de minerais no auxílio da demanda mundial (pergunta nº 3 do Quadro 3).

Quadro 6 – Análise das respostas para a pergunta nº 3 do questionário de sondagem

Categoria-Respostas	Frequência	%
Auxiliariam na demanda	15	53,6
Ajudariam na economia e/ou tecnologia	4	14,3
Apenas confirmaram	3	10,8
Não é possível, devido ao custo	2	7,1
Podem existir minerais em outros corpos celestes	2	7,1
Não sabem	2	7,1

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Os dados revelam que a maioria dos alunos (53,6%) enxerga nas missões astronômicas um potencial para atender à crescente demanda mundial por minerais, refletindo uma perspectiva otimista sobre a mineração espacial. Uma parte dos estudantes (14,3%) associa essas missões ao desenvolvimento econômico e tecnológico, demonstrando uma visão mais técnica. Já a preocupação com os elevados custos (7,1%) indica uma compreensão dos desafios financeiros envolvidos. Outros 7,1% acreditam na existência de minerais em corpos celestes, enquanto a mesma porcentagem não soube opinar, evidenciando áreas que ainda necessitam de maior esclarecimento.

Por fim, buscando o aprofundamento da discussão, é questionado aos alunos sobre o avanço científico necessário para encontrarmos, em outros planetas, os mesmos minerais

extraídos no Pará (pergunta nº4). O Quadro 7 sintetiza as principais respostas fornecidas pelos discentes.

Quadro 7 – Análise das respostas para a pergunta nº 4 do questionário de sondagem

Categoria-Respostas	Frequência	%
A ciência avançou o suficiente	19	67,9
A ciência ainda não avançou o suficiente	9	32,1

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Os dados mostram que, a maioria dos discentes apresenta uma visão otimista sobre o avanço da astronomia ao ponto de encontrarmos minerais em outros planetas. Em contraste, uma parcela significante demonstra percepção mais cautelosa nesse sentido. Neste ponto, os dados apontam certo equilíbrio e o reconhecimento dos desafios técnicos para tal avanço científico.

Seguindo com as atividades, após o término das respostas do questionário e ainda no primeiro encontro, o professor exibe dois vídeos para fins de contextualização: um teórico sobre minerais e outro sobre a descoberta de enxofre em Marte pelo *rover Curiosity* (Figura 15). Seguindo os princípios da ABP, ao introduzir materiais de apoio (neste caso, em formato de vídeos do *Youtube*) têm-se as denominadas “âncoras” do projeto, que descrevem um problema ou projeto que visam “preparar o terreno” para as discussões futuras.

Figura 15 – Transmissão dos vídeos de apoio



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Para Bender (2014) a contextualização é um dos pilares da ABP, pois oferece a oportunidade de os estudantes aplicarem seus conhecimentos em projetos autênticos. O autor

reforça que, ao contextualizar, o professor permite envolver os alunos em discussões que refletem a vida real. Porém, para o bom andamento do projeto, é necessário que haja a motivação ou envolvimento emocional necessários, para que se sintam capazes de concluir (Bacich; Moran, 2018). Nesse sentido, após esta etapa nota-se uma curiosidade por parte dos estudantes quanto à possibilidade de envolver áreas julgadas tão diferentes.

No segundo encontro, os alunos formam grupos para realizar pesquisas e discutir as descobertas, com o objetivo de refletir sobre o tema. O formulário de pesquisa disponibilizado aos alunos é desenvolvido com base nos conhecimentos dos minerais mais comuns do dia a dia, solicitando as principais informações de minerais e suas aplicabilidades. Com base nisso, o Quadro 8 resume as respostas disponibilizadas pelos grupos.

Quadro 8 – Respostas ao formulário de pesquisa

Equipe	Mineral	Aplicação	Encontrado em
1	*Talco*	*Agente espessante e lubrificante*	*BA, MG, PR e SP*
	Hematita	*Ciência e outros*	*BA e Índia*
	Moscovita	*Isolamento em equipamentos eletrônicos*	*Moscovo, Rússia*
	Ferrosilicatos	*Metalúrgica, cerâmica, vidro, materiais de construção e agricultura*	*Carajás*
2	*Magnésio*	*Lâmpadas, fogos de artifício*	*X*
	Cobre	*Ligas metálicas, moedas, plantas, industriais*	*Canaã dos Carajás e Marabá*
	Ferro	*Construção civil, agricultura, ind. automotiva e medicina*	*Canaã dos Carajás*
	Silício	*Vidro, chips, paineis solares*	*X*
3	*Silício*	*Silicones, vidro, cimentos, cerâmica*	*Sem registro no Pará. Encontrado em Goiás*
	Cobre	*Construção civil*	*Canaã dos Carajás*

	Ferro	*Aço e Ferro fundido*	*Canaã dos Carajás, Parauapebas e Curionópolis.*
	Magnésio	*Fogos de artifício, fármaco, contenção de ligas*	*X*
4	*Cobre*	*Eletricidade*	*Canaã dos Carajás*
	Cromo	*Ferrocromo*	*X*
	Zinco	*X*	*Canaã dos carajás*
	Bauxita	*Alumínio metálico*	*X*
5	*Hematita*	*Aço e pigmentos*	*Canaã dos Carajás*
	Cromo	*Eletricidade*	*Canaã dos Carajás*
	Manganês	*X*	*Canaã dos Carajás*
	Olivina	*Vidro*	*Canaã dos Carajás*

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Neste ponto, a investigação realizada pelos grupos se mostra bastante eficaz no sentido de que tais conhecimentos ajudaram a estruturar o projeto da ABP, seja para produzir conhecimentos ou artefatos (Bender, 2014). Todos os grupos conseguiram cumprir o objetivo da pesquisa, identificando que minerais como Ferro, Magnésio, Cobre, Hematita e Silício são comuns tanto em Marte quanto na Terra. A coloração vermelha de Marte, por exemplo, é causada pela presença de óxidos de ferro. Recentes descobertas do *rover Curiosity* da NASA também identificam minerais como Silício, Magnésio e Manganês em rochas sedimentares de Marte (Silvestre, 2023). Além disso, muitos desses minerais são encontrados no Brasil, especialmente na região amazônica, onde cidades como Canaã dos Carajás e Parauapebas se destacam na extração mineral. A pesquisa promove uma reflexão dos estudantes sobre a exploração sustentável desses recursos.

Com base no tempo e disponibilidade, classifica-se tal projeto como explicativo, levando em consideração que procura ilustrar, revelar ou explicar o funcionamento de sistemas, mecanismos ou objetos, por exemplo (Bacich; Moran, 2018). Nesse sentido, apresenta-se o

questionamento final: “de que forma a presença de minerais em outro planeta pode auxiliar a humanidade na exploração?”

Quadro 9 – Respostas à pergunta de pesquisa

Equipe	Respostas
1	*“Pode auxiliar a fornecer recursos locais e permitir a mineração reduzindo a necessidade de utilizar matérias primas da Terra. Isso torna as missões mais sustentáveis se viáveis, além de possibilitar o desenvolvimento de novas tecnologias e oferecer oportunidades econômicas na extração de metais raros”*
2	*“Fornecer materiais, servir como energia, indicar água, revelar geologia, criar oportunidades econômicas”*
3	*“Não é apenas um caminho para a evolução científica e tecnológica, mas também uma cave para a sobrevivência e prosperidade para a humanidade”*
4	*“Esses fatores tornam a exploração mineral em outro planeta um aspecto crucial para o futuro das missões espaciais e da colonização humana fora da Terra”*
5	*“Ajuda nas atividades industriais e no avanço tecnológico fora do planeta e também a construir infraestrutura permitindo explorar mais a fundo a superfície”*

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

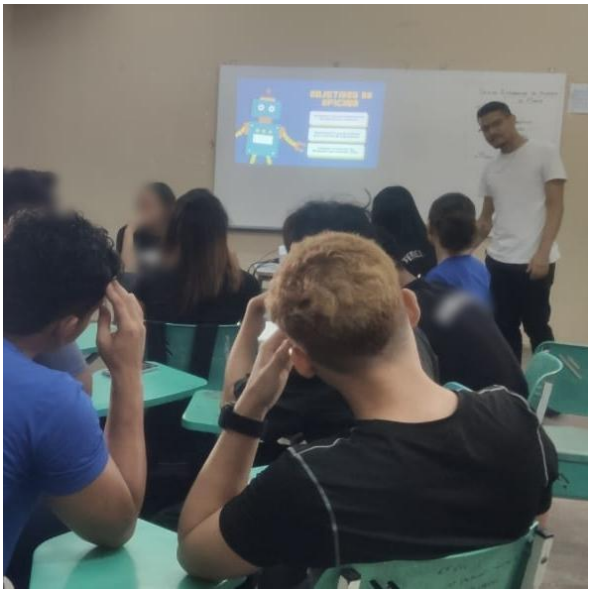
É importante destacar no Quadro 9 que as respostas refletem uma visão positiva em relação à possibilidade de utilização de minerais em contextos astronômicos, além de ressaltar a relevância destes no cotidiano para a valorização dos recursos da Amazônia. A exemplo disso, Luna et al. (2024) argumenta que recursos energéticos, minerais e hídricos são muito importantes para dar suporte à exploração espacial atual e futura, onde depósitos minerais como ferro, alumínio e titânio contribuem para a avaliação da viabilidade econômica das operações em asteroides ou planetas.

5.1.2 Módulo II - Robótica

Primeiro encontro: Módulo de Controle

Fez-se uma pequena exposição de conceitos básicos de Robótica, para introduzir a temática e apresentar os objetivos do módulo. Além disso, apresentou-se módulos (peças) que seriam importantes ao desenvolvimento do *rover* (Figura 16).

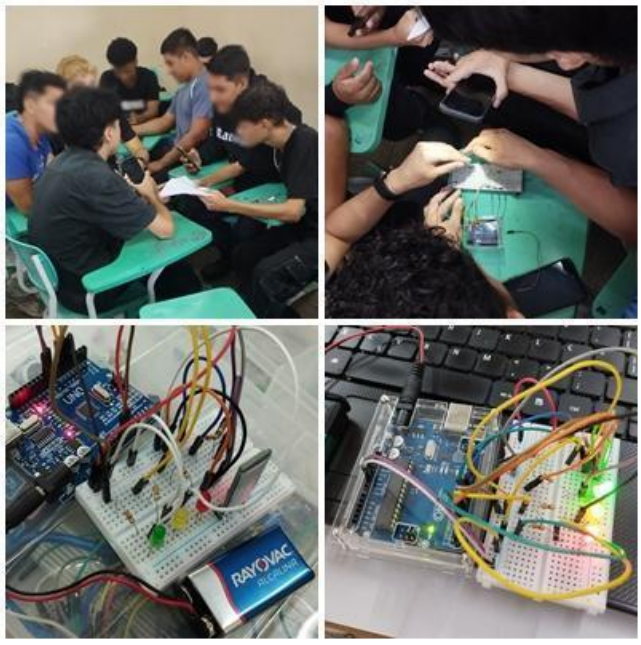
Figura 16 – Apresentação dos objetivos do módulo de Robótica



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Sendo assim, os estudantes foram orientados a manter os mesmos grupos formados nas etapas anteriores para receber os roteiros e os equipamentos necessários e, posteriormente, desenvolver as ações pretendidas. A Figura 17 ilustra alguns registros feitos durante a atividade, incluindo fotos dos participantes desenvolvendo seus projetos de forma colaborativa, bem como os resultados de algumas equipes.

Figura 17 – Registros do 1º encontro de Robótica



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Conforme mencionado, o primeiro encontro compreende uma série de etapas que busca familiarizar os estudantes com os equipamentos, além de permitir que os estudantes entendam

como é o processo de enviar e receber comandos via *Bluetooth*. Logo, ao finalizar seus respectivos projetos, os grupos controlam (ligar/desligar) LEDs através de um *smartphone*.

Segundo Encontro: Módulo de Leitura

Apenas roteiros de atividades são disponibilizados, tendo em vista que o intuito é aumentar a complexidade do projeto construído na etapa anterior. Logo, os grupos recebem seus projetos para ampliar, adaptar e executar os circuitos disponíveis no novo roteiro (Figura 18).

Figura 18 – Registros do 2º encontro de Robótica



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Os estudantes aprenderam a desenvolver um projeto de leitura de informações por meio da aproximação de equipamentos eletrônicos. Vale ressaltar que as informações foram previamente gravadas na placa Arduino pelo próprio professor, por meio de uma programação realizada antes do segundo encontro, devido à falta de computadores que permitissem a inclusão de uma etapa de programação com os próprios estudantes. Contudo, considerando que o produto educacional deve ser replicável em diferentes contextos, foi sugerida uma forma de incluir essa etapa em sala de aula nas páginas desse produto, fornecendo os códigos e os passos necessários para tal implementação.

Cada equipe recebeu quatro cartões, sendo que em cada um constam informações sobre um mineral, cujos dados foram fornecidos pelo Formulário de Pesquisa (APÊNDICE B),

preenchido pelas equipes no Módulo I. Ao aproximarem os cartões do sensor RFID, mensagens contendo informações como o nome do mineral, sua aplicabilidade e sua localização na região amazônica são enviadas via *Bluetooth* para os *smartphones* dos participantes, sendo lidas por meio de um aplicativo gratuito.

Terceiro encontro: Construção dos *Rovers*

Os roteiros são distribuídos novamente para a construção dos *rovers*. As equipes têm acesso aos módulos produzidos anteriormente, que serão agora adicionados ao *Chassi* 2WD. Isso ocorre porque os módulos de Controle e de Leitura funcionam de forma independente do controle do robô, que também é operado via *Bluetooth*. Dessa forma, as equipes apenas incorporam os módulos já construídos a um projeto ligeiramente mais elaborado, realizando as adaptações necessárias.

Neste ponto, tal como em outros encontros, os estudantes demonstram bom engajamento frente às atividades práticas propostas pelo professor. A contribuição participativa dos grupos permite que todos os envolvidos possam aprender fazendo. A Figura 19 apresenta alguns registros feitos durante o encontro, onde é possível observar a participação dos estudantes na construção do carro. Como resultado, os *rovers* foram plenamente construídos pelos cinco grupos.

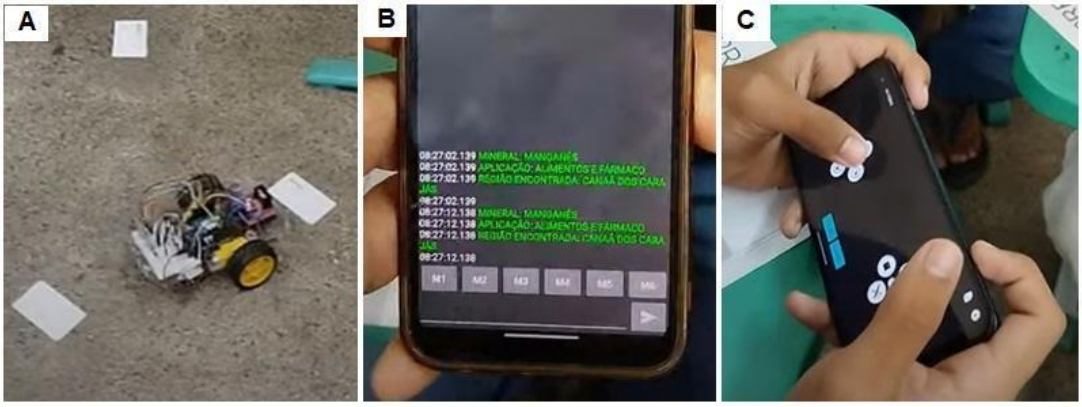
Figura 19 – Registros do 3º encontro de Robótica



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Os estudantes apresentaram uma parcela considerável de dificuldade, o que era esperado levando em consideração o nível de complexidade do projeto. Porém, tais dificuldades foram suprimidas aos poucos pelos próprios estudantes, fazendo-os chegar nos resultados da Figura 20.

Figura 20 – Testes de simulação do rover



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

A Figura 20 informa o projeto deste módulo 100% construído: um robô controlado via *bluetooth* que envia informações sobre os cartões "encontrados" pelo caminho. Nela, observamos os testes realizados por um dos grupos. Em "A" temos o *rover* no chão da sala, onde podemos observar os cartões distribuídos pelo chão, que simulam os minerais presentes em Marte. Em "B" o *smartphone* registra as informações enviadas pelo *rover* ao encontrar os cartões pelo chão, enquanto em "C" um dos membros da equipe controla o carrinho através de um aplicativo gratuito, cujo *link* para *download* também foi disponibilizado pelo professor. Nesse sentido, compreende-se que os estudantes conseguem desenvolver plenamente a etapa, permitindo restasse apenas o cenário para a finalização da oficina.

Cabe, no entanto, uma observação importante em relação à quantidade de participantes. Após o término deste módulo, um grupo decidiu optar pela desistência na participação das próximas etapas, seja por insuficiência de colaboração dentro do próprio grupo, seja falta de identificação com a temática. É comum que projetos ABP tenham alguns percalços como este. Bender (2014), por exemplo, afirma que o projeto deve chamar atenção do participante, ser instigante. No entanto, há sempre que se considerar que, em contexto real, atividades como estas estão sujeitas a diversos acontecimentos. Logo, a opinião da equipe foi prontamente respeitada e, a partir daí, consideramos apenas a participação de quatro grupos.

No geral, a prática da robótica neste módulo exclusivo traz importantes implicações acerca da produção de um conhecimento concreto, representado por um projeto material. Tal

informação condiz com as ideias de Papert (1976), o qual apresenta as raízes do Construcionismo.

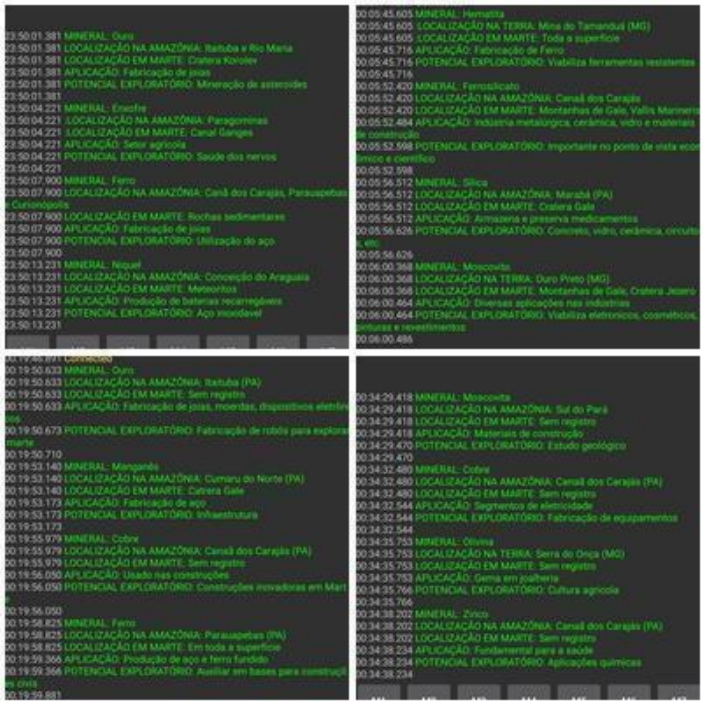
4.1.3 Módulo III - *Brainstorming*

O espaço para reflexão e aperfeiçoamento é uma das etapas principais para o desenvolvimento de projetos bem elaborados. Bender (2014) afirma que o pensamento reflexivo permite preparar os alunos para que, através do questionamento, possam desenvolver projetos inovadores.

Nesse sentido, durante a oficina os grupos revisaram suas pesquisas sobre os minerais, verificando se os mesmos se as respostas encaixavam com o que dizia o questionamento. Os grupos apresentaram um bom reconhecimento de suas pesquisas, notando que existiam, em grande parte, pontos nos quais poderiam melhorar em suas pesquisas. Tais informações são corrigidas via programação realizada de forma assíncrona pelo professor. Vale ressaltar que a programação de correção/atualização não pôde ser realizada em sala de aula pelo mesmo motivo explicitado anteriormente: insuficiência de computadores. Porém, evita-se ao máximo influenciar nas ideias e/ou resultados mostrados pelos alunos.

Na Figura 21 tem-se quatro *prints* referentes a cada uma das quatro equipes. Neles, temos todas as informações enviadas após atualização dos dados.

Figura 21 – Dados atualizados de cada equipe



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

É importante notar que, após a revisão dos dados, uma nova informação foi adicionada: a localização em Marte. Aqui os estudantes adicionam os possíveis locais marcianos onde é possível localizar cada mineral, além das informações expostas previamente (nome, aplicabilidade e localização na Amazônia). No entanto, alguns grupos ainda mostram dificuldade em adicionar essas informações devido à falta de informações na bibliografia ou pelo pouco tempo de pesquisas.

Uma vez feitas as correções, discutimos sobre a finalização do projeto. Para isso, seguimos para a votação da forma como deveria ser confeccionado o cenário paisagístico de Marte: maquete convencional (feita com materiais de papelaria) ou *banners* de papel (encomendados via gráfica). Após a votação, a maioria escolheu desenvolver uma maquete convencional, em que os grupos, bem como o professor, reúnem recursos para desenvolver as maquetes em um encontro voltado especialmente para a construção das mesmas.

5.1.4 Módulo IV - O projeto

Com base na escolha dos grupos, marcamos um encontro para desenvolver as atividades finais da oficina. A atividade aconteceu na biblioteca da escola no contra turno. Além do professor, os grupos levaram alguns materiais para ajudar na confecção das maquetes.

É importante comentar que a oficina se aproximava da aplicação das provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e todas as turmas do terceiro ano entraram em período de revisão. Logo, tornou-se impraticável realizar as atividades no horário de aula, devido ao horário especial, nos forçando a escolher o contra turno para a continuidade das atividades. Com isso, tivemos uma baixa considerável no número de participantes, tendo em vista que muitos estudavam em cursos pré-vestibular e outros trabalhavam no mesmo horário. Na ocasião, membros de apenas dois grupos puderam comparecer e continuamos a aplicação final.

Figura 22 – Registro das construções das maquetes



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Na imagem acima, alguns registros mostram como se deu a atividade. As fotos superiores mostram as equipes trabalhando em colaboração, enquanto as inferiores mostram os resultados.

O módulo, assim como o Módulo II (Robótica), apresenta boas características de permitir a aprendizagem ativa dentro de sala de aula, reforçando a compreensão entre as partes e promovendo o protagonismo estudantil (Bacich; Moran, 2018; Bender, 2014). Aqui, portanto, os alunos unem teoria à prática de forma criativa e colaborativa, desenvolvendo competências como pensamento crítico e resolução de problemas.

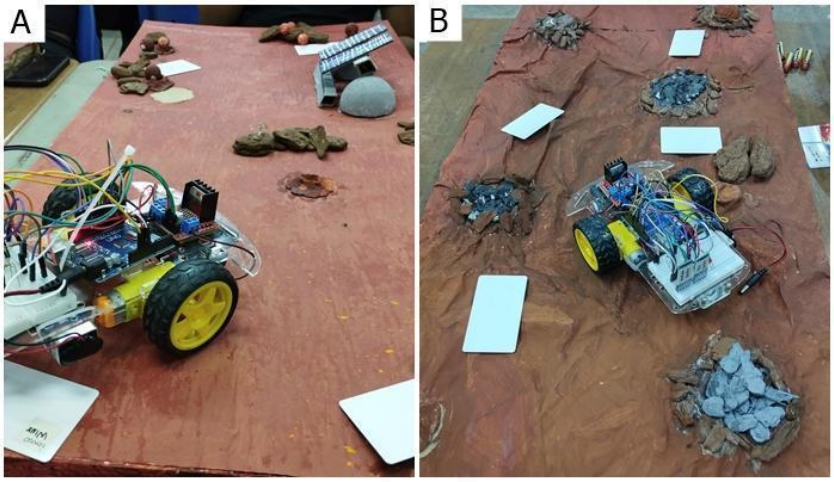
5.1.5 Módulo V - Socializações

Bender (2024) aponta que a principal razão para o envolvimento do aluno com o projeto é a valorização daquilo que ele mesmo conseguiu desenvolver no processo. Nesse sentido, o autor aponta que existem diversas maneiras para realizar a publicação/apresentação dos resultados, variando desde apresentações em sala de aula até gravação de vídeos e *Podcasts*.

A conclusão da oficina se deu na biblioteca da escola e no contra turno dos estudantes (mantendo o formato anterior devido às mesmas condições mencionadas anteriormente), em um encontro na semana seguinte à construção das maquetes.

A Figura 23 mostra os dois projetos finalizados, ambos com os *rovers* e os cartões com identificações posicionados. Nota-se que os objetivos para o desenvolvimento do projeto foram devidamente cumpridos, considerando que representam missões exploratórias em solo marciano.

Figura 23 – Projetos finalizados



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

As apresentações ocorreram na biblioteca, onde as equipes de estudantes socializaram seus projetos entre si e com outros estudantes e professores visitantes do espaço (Figura 24). Durante as apresentações, os participantes deixaram claro o que aprenderam, demonstrando não apenas o artefato produzido, mas também estabelecendo as conexões necessárias, conforme discutido na oficina.

Figura 24 – Apresentações dos projetos



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Durante as apresentações, nota-se que os participantes demonstram certa facilidade no manuseio e conceitos envolvidos nos projetos. Além disso, os dados fornecidos, coletados e explicitados por eles mostram o quanto aprenderam durante as atividades.

5.2 ANÁLISE DA ESTRATÉGIA

Tendo concluído o desenvolvimento da oficina, foi necessário aplicação do questionário final, visando principalmente os aspectos cognitivos, habilidades práticas e o espírito colaborativo dos estudantes após a oficina.

A avaliação da ABP tende a ser mais reflexiva em comparação aos métodos tradicionais, visto que a abordagem se utiliza de compreensão conceitual aprofundada e resoluções de problemas (Bender, 2014). Nesse sentido, tem-se algumas alternativas para a avaliação, tais como autoavaliação, avaliação de *portfólio*, avaliação de colegas, entre outras.

Sobre a autoavaliação, o autor separa em numérica e reflexiva. A exemplo de autoavaliação numérica temos as avaliações do tipo Escala de *Likert*, que através de níveis de concordância, permite auxiliar os estudantes a avaliar seu trabalho, de forma mais direcionada (Bender, 2014). No entanto, tal avaliação pode não mostrar o real motivo dos estudantes escolherem as opções de concordância. Logo, o Bender (2014) introduz a autoavaliação reflexiva, com perguntas abertas e que permitem que o estudante desenvolva melhor seus raciocínios e comentarem sobre um ou mais aspectos de seu trabalho. Portanto, considerando o aspecto qualitativo desta pesquisa a autoavaliação reflexiva, através de perguntas abertas, nos permite avaliar melhor as questões subjetivas do aprendizado.

Isto posto, aplica-se um questionário com três perguntas, as quais cita-se: 1) De que forma os minerais são importantes para o meu cotidiano? 2) Como a oficina me fez perceber que a astronomia pode auxiliar na busca por minerais em outros lugares? e 3) Quais minerais extraídos comumente aqui na Amazônia já foram detectados em Marte? De que forma eles seriam úteis para o desenvolvimento da humanidade no Planeta Vermelho?

Considerando que grande parte da turma participou da maioria das etapas, fez-se um convite de participação para aqueles que não puderam ou não conseguiram terminar as etapas por questões alheias à sua vontade. Com isso, obtivemos 18 respostas que foram analisadas, categorizadas e analisadas à luz da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011).

No que diz respeito aos dados da primeira pergunta do questionário (*De que forma os minerais são importantes para o meu cotidiano?*), considera-se as categorias esquematizadas no Quadro abaixo.

Quadro 10 - Categorias emergentes da primeira pergunta

Categoria	Frequência	%
Tecnologia e Eletrônicos	6	33,3
Construção e Indústria	6	33,3
Saúde e Nutrição	5	27,8
Energia e Transporte	4	22,2
Cotidiano Geral	5	27,8
Economia e Desenvolvimento	2	11,1
Agricultura	2	11,1

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Considerando a semelhança de ideias nas respostas, as categorias elencadas no Quadro 10 emergiram considerando suas frequências de aparições nas respostas e tomando novamente a temática como unidades de registro. A categoria *Tecnologia e Eletrônicos* (33,3%), faz referência à quantidade de respostas que vincularam o uso de minerais em celulares, computadores e tecnologias limpas (como energia solar e eólica), tendo a mesma frequência da categoria *Construção e Indústrias* (33,3%), a qual considera sua associação à utilização em materiais de construção, veículos e indústrias em geral. Com a frequência menor aparecem *Saúde e Nutrição* (27,8%), os quais envolvem os minerais em um contexto da alimentação, saúde e higiene, e *Cotidiano Geral* (27,8%), os relacionando com objetos e atividades do dia a dia ou aqueles que apenas apontam como "aplicação do cotidiano" nas respostas. Em seguida, emerge a categoria *Energia e Transporte* (22,2%), explicitando a importância dos mesmos em geração energia e para locomoção (veículos). Por fim, aparecem *Economia e Desenvolvimento* (11,1%), categoria vinculada àqueles que abordam o impacto econômico e desenvolvimento de matéria-prima para setores da economia, e *Agricultura* (11,1%), destacando o uso destes na produção agrícola.

Com base nisso, nota-se que todos os estudantes mostram novamente que os estudantes concordam que os minerais estão em todos os segmentos do cotidiano. Ideia que é reforçada por Cordani e Juliani (2019) ao apontarem que os minerais têm importância ímpar no cotidiano da humanidade, de tal forma que sua demanda tem sido aumentada principalmente pelo

desenvolvimento tecnológico e pelo crescimento da população mundial. Logo, é natural que os estudantes reforcem tal perspectiva, com destaque para o alto índice de associações destes com eletrônicos e construção.

Cabe, no entanto, um foco para a categoria *Cotidiano Geral*, pois, embora não estejam 100% erradas, as respostas aqui elencadas carecem de aprofundamento. Muitos mantêm a mesma familiaridade mostrada no questionário de sondagem, porém, a superficialidade mesmo após cumprir a maioria das etapas, pode demonstrar que alguns dos participantes ainda sentem dificuldades. Pensando nisso, Moreira (2011) afirma que aprender física – aqui representada pela Astronomia – demanda uma série de fatores, dentre os quais cito como hipótese aprendizagem significativa e interesse, cujas ausências podem influenciar diretamente nos conceitos compreendidos pelos estudantes. Então é natural que uma ou outra atividade/etapa não tenha abrangido os interesses destes participantes, o que pode mostrar a necessidade de readaptações nas atividades futuras ou aos contextos no qual a proposta for aplicada novamente.

Seguindo com a análise, temos as categorias emergentes dos dados da pergunta: *Como a oficina me fez perceber que a astronomia pode auxiliar na busca por minerais em outros lugares*? O Quadro 11 apresenta as categorias, mantendo o mesmo padrão de unidades de registro anteriores.

Quadro 11 - Categorias emergentes da segunda pergunta

Categoria	Frequência	%
Exploração espacial e descoberta de minerais	7	38,9
Avanços tecnológicos como facilitadores	4	22,2
Importância de pesquisas científicas	4	22,2
Uso de minerais no cotidiano e indústria	2	11,1
Relação entre os minerais da Terra e outros	3	16,7
Conexão entre astronomia e geologia	3	16,7
Sustentabilidade e escassez de minerais na Terra	1	5,6

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Aqui, mais do que apenas entender a compreensão dos estudantes, mora a curiosidade sobre o alcance do engajamento dos estudantes na oficina. Bender (2014) introduz que um bom projeto de ABP não se limita à resolução de problemas, mas também deve ser colaborativo, significativo e orientado para a criação de produtos tangíveis. Por outro lado, Bacich e Moran (2018) apresentam atributos que um bom projeto de ABP deve ter, como: reconhecer o impulso

para aprender; envolver os alunos nos conceitos centrais de uma disciplina; possuir questões provocativas; utilizar ferramentas e habilidades essenciais, incluindo tecnologia para aprendizagem; especificar produtos que resolvem problemas; incluir múltiplos produtos que permitem *feedback*; utilizar avaliações baseadas em desempenho; e estimular alguma forma de cooperação.

Nesse contexto, a alta quantidade de estudantes que apontaram que a oficina aborda ideias onde a astronomia, através da exploração espacial, pode identificar estes materiais em outros corpos celestes, representada pela categoria *Exploração espacial e descoberta de minerais* (38,9%), evidencia o engajamento com a temática proposta, cuja discussão é umas das mais frequentes. Enquanto isso, em *Uso de minerais no cotidiano e indústria* (11,1%), onde a contextualização se mostrou mais forte, e em *Conexão entre astronomia e geologia* (16,7%) destaca-se o caráter interdisciplinar da atividade, servindo como impulsionador da curiosidade, embora seja apenas uma feliz consequência da construção da discussão "minerais + astronomia".

Também, as categorias *Avanços tecnológicos como facilitadores* (22,2%) e *Importância de pesquisas científicas* (22,2%), demonstram ideias de que a proposta discute o fato da ciência e tecnologia auxiliarem na identificação de minerais e a relevância destas para o avanço da exploração espacial. As categorias, portanto, indicam um envolvimento crítico, promovendo reflexões sobre inovação e o papel da ciência no cotidiano.

Por fim, *Sustentabilidade e escassez de minerais na Terra* (5,6%), categoria em que o aluno compreende a necessidade da valorização destes recursos em nosso planeta, sugere que a oficina aborda questões relevantes e atuais, incentivando discussões sobre problemas reais e possíveis soluções.

A oficina exemplifica um projeto bem estruturado de ABP, com potencial para promover aprendizagens significativas e desenvolver habilidades do século XXI, como pensamento crítico e resolução de problemas (Bacich; Moran, 2018; Bender, 2014). No entanto, é importante considerar que a proposta didática originada aqui, surge da união entre a ABP e a Robótica Educacional, onde a última é utilizada como ferramenta potencializadora. Vale lembrar que um dos atributos mencionados por Bacich e Moran (2018), trata-se da utilização de ferramentas para aprendizagem.

Neste ponto, Bender (2014 p. 72) traz à tona a discussão tecnológica para a ABP ao afirmar que "o mundo está mudando drasticamente devido à tecnologia". Os alunos vivem em

um contexto repleto de equipamentos digitais em sala de aula, então é natural que os projetos – e o professor – acompanhem este processo em sala de aula.

Para Papert (1999), o aprendizado se torna mais eficaz quando os estudantes desenvolvem projetos tangíveis que refletem sua compreensão e abrangem seus contextos. Com isso, o construcionismo defendido por Papert (1999), permite inferir que, através da prática, o desenvolvimento cognitivo e colaborativo do aluno torna-se mais amplo à medida em que constroi o próprio conhecimento. No caso desta oficina, as ideias são bem compreendidas nos encontros de robótica, os quais conduziram os estudantes a pôr a "mão na massa", a fim de produzirem modelos de robôs que simulam exploradores espaciais os sistemas de detecção de matérias.

Considerando isto, a associação entre ABP e Robóticas contribui diretamente para o desenvolvimento de habilidades e competências avançadas. A construção, portanto, desafia os estudantes a resolver problemas/questões reais de tal forma que promovam a criatividade, pensamento crítico e trabalho colaborativo. No geral, a oficina promove uma compreensão significativa das potencialidades da astronomia para desafios globais, com oportunidades para aprofundar discussões sobre impactos sociais, econômicos e tecnológicos.

Quanto à terceira e última pergunta do questionário (*Quais minerais extraídos comumente aqui na Amazônia já foram detectados em Marte? De que forma eles seriam úteis para o desenvolvimento da humanidade no Planeta Vermelho?*), fazemos dois questionamentos relacionados, buscando por respostas mais integradas.

Quadro 12 - Categorias emergentes da terceira pergunta (minerais)

Categoria(mineral)	Frequência	%
Ferro	11	25,6
Cobre	6	14,0
Silício	5	11,6
Magnésio	4	9,3
Argila	4	9,3
Magnetita	3	7,0
Ouro	2	4,7
Manganês	2	4,7

Óxidos de titânio	2	4,7
Hematita	1	2,3
Bauxita	1	2,3
Zinco	1	2,3
Sulfatos e Carbonatos	1	2,3

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Sobre a primeira parte da pergunta (*Quais minerais extraídos comumente aqui na Amazônia já foram detectados em Marte?*), o Quadro acima categoriza os materiais mais e menos frequentes nas respostas dos participantes.

Nota-se uma grande quantidade de elementos que não são considerados diretamente minerais, mas que podem compor minerais através de processos geológicos, como o Ferro, que pode originar os famosos óxidos de ferro, responsáveis pela coloração avermelhada da superfície, ou ainda o Silício, que forma o óxido de silício.

Seja como for, o aparecimento de frequências tão grandes destes materiais ainda são formas de reconhecer os recursos amazônicos. É interessante comentar que elementos como Ferro, Silício, Cobre, Magnésio, Ouro e Manganês possuem importância ímpar no desenvolvimento mineralógico, considerando principalmente seus valores econômicos e sua demanda. A região amazônica, por seu alto potencial mineralógico abrange grande partes destes elementos, pois é através da exploração de minérios que podemos obter os elementos químicos acima. A exemplo disto, cita-se os municípios de Parauapebas e Marabá, que são grandes municípios exploradores de minérios de Manganês (Melfi et al., 2016), além da Serra dos Carajás, em Parauapebas, uma das maiores províncias minerais do país, que extrai grandes quantidades de Ferro, Ouro, Cobre, níquel, entre outros (Melfi et al., 2016; Santos, 2002).

Quanto aos minerais emergidos das respostas (Argila, Magnetita, Hematita, Bauxita e os Sulfatos e Carbonatos), estes são de grande relevância estratégica na Amazônia, essenciais para indústrias como a construção civil, tecnologia e agricultura. A Argila, explorada em regiões como Marajó e Santarém, é comumente usada na construção civil, considerando, portanto, uma alta demanda pelo recurso; enquanto a Magnetita e a Hematita são amplamente extraídas na Serra dos Carajás (Melfi *et* al., 2016). A Bauxita, por outro lado, encontrada em Oriximiná e Paragominas, destaca-se por ser uma das principais fontes naturais de alumínio (Melfi et al., 2016). No entanto, os sulfatos e carbonatos são menos frequentes na região amazônica, mas que ainda assim são explorados em condições específicas (IBGE, 2003).

Nesse sentido, a presença desses materiais nas respostas ressalta a conexão do contexto amazônico através da Astronomia. Isso evidencia uma convergência clara com os objetivos da pesquisa, ao integrar questões científicas, educativas e de valorização dos recursos naturais da região.

A segunda parte do último questionamento (*De que forma eles* – os minerais/elementos – *seriam úteis para o desenvolvimento da humanidade no Planeta Vermelho?*) permite aos participantes, desenvolverem melhor suas respostas, agora com finalidade prática quanto às opções dadas na pergunta anterior. O Quadro 13 apresenta as categorias que emergiram a partir disto.

Quadro 13 - Categorias emergentes da terceira pergunta (utilidades)

Categoria (utilidade)	Frequência	%
Construção de infraestrutura	8	32,0
Exploração e estudo de Marte	4	16,0
Sustentabilidade em colônias	4	16,0
Produção de energia	3	12,0
Saúde	3	12,0
Economia e impactos ambientais	2	8,0
Educação	1	4,0

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Aqui, o questionamento quanto à utilidade dos minerais pesquisados mostra um cenário otimista no que diz respeito à *Construção e infraestrutura* (32%). A grande quantidade de respostas com essa temática liga muito bem ao fato de que, no quadro anterior, grande parte dos minerais/elementos apresentados estão ligados diretamente à construção civil. Isto provavelmente se deve ao fato de que os alunos conseguem conectar os novos conhecimentos com estruturas cognitivas prévias, de tal forma que associam, por exemplo, o ferro como elemento crucial de ferramentas em obras e outras atividades.

Esta associação pode indicar uma base cognitiva sólida, que permite que novos conceitos sejam ancorados de maneira significativa. Nesse sentido, Moreira (1997) aponta que a aprendizagem significativa destaca a assimilação destes conceitos de maneira não-arbitrária e, portanto, não literal, de tal forma que os conhecimentos preexistentes tenham papel considerável. Logo, ao mencionar, por exemplo, a *Exploração e estudo de Marte* (4%),

Sustentabilidade em colônias (4%), *Produção de Energia* (3%), *Saúde* (3%), *Economia e impactos ambientais* (2%) e *Educação* (1%) o aluno considera aquilo que ele acha necessário para um bem estar diário em qualquer lugar, mesmo que o contexto seja diferente do seu.

Destaca-se também o processo de personalização do conhecimento, haja vista que demonstra que o aprendizado foi além da simples memorização, alcançando, portanto, a dimensão interpretativa e prática. Moreira (2021, p. 3) destaca que "a aprendizagem significativa não é abrupta, é progressiva, os conhecimentos vão sendo adquiridos, progressivamente, com significados aceitos no contexto da matéria de ensino". Considerando isso, acredita-se que as etapas integradas da oficina contribuem significativamente para este aproveitamento, aproximando os conceitos à realidade e aumentando o engajamento e interesse pelo tema.

Em vista disso, nota-se que a oficina traz uma aproximação dos minerais para o contexto dos estudantes. É interessante notar que mais de uma vez os resultados apontam para materiais que não são diretamente considerados minerais, mas que, agregados com materiais e diferentes, podem compor materiais cada vez mais diversos.

Uma hipótese para tal acontecimento talvez seja fruto de uma possível falta de rigor conceitual sobre aspectos específicos da geologia ou devido a informações desencontradas encontradas pelos alunos na *internet*. Seja como for, o cerne da discussão da pesquisa é aqui explicitado como positiva, considerando que permite um olhar amplo dos acontecimentos da natureza e, principalmente, da Astronomia.

5.3 INFERÊNCIAS AVALIATIVAS

Considerando a ampla quantidade de dados coletados nesta pesquisa, esta seção tem como objetivo avaliar e comparar os resultados obtidos no Questionário de Sondagem (QS) e no Questionário Final Autoavaliativo (QFA). As respostas às perguntas dos questionários foram analisadas de forma integrada, evitando a discussão individual de cada categoria, o que poderia tornar esta seção excessivamente extensa e repetitiva em relação às anteriores. Dessa forma, os principais resultados de cada pergunta foram destacados, priorizando os argumentos mais frequentes e as falas representativas dos estudantes em ambos os momentos avaliativos.

A análise foca, ainda, nas relações estabelecidas entre as perguntas de cada questionário, codificadas de 01 a 04, com atenção especial ao impacto das percepções e mudanças nas visões dos estudantes ao longo do processo de aprendizagem, conforme apresentado no Quadro 14.

Quadro 14 – Questionários de Sondagem (QS) e Final Autoavaliativo (QFA)

Questionário de Sondagem	Questionário Final Autoavaliativo
QS01: *Com base na sua percepção, os minerais são importantes para o seu cotidiano?*	***QFA01:*** *De que forma os minerais são importantes para o meu cotidiano?*
QS02: *Você conhece alguma região do Estado do Pará onde podemos encontrar extração de minerais?*	***QFA02:*** *Como a oficina me fez perceber que a astronomia pode auxiliar na busca por minerais em outros lugares?*
QS03: *Você acha que os estudos e missões astronômicas poderiam auxiliar na demanda mundial por minerais? Por que?*	***QFA03:*** *Quais minerais extraídos comumente aqui na Amazônia já foram detectados em Marte? De que forma eles seriam úteis para o desenvolvimento da humanidade no Planeta Vermelho?*
QS04: *Você acha que a ciência já avançou ao ponto de encontrarmos em outros planetas os mesmos minerais extraídos no Pará?*	

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Ao analisar ambos os questionários, observa-se que as perguntas QS01 e QFA01 possuem semelhanças, pois abordam a compreensão dos estudantes sobre o papel dos minerais no cotidiano. Conforme apresentado no Quadro 4, que destaca as categorias emergentes da QS01, os participantes inicialmente demonstraram uma visão superficial sobre as aplicações dos minerais no dia a dia.

Entretanto, ao comparar esses resultados com os dados obtidos na QFA01, percebe-se um avanço significativo no aprofundamento dos conhecimentos sobre o tema. O Quadro 15, por exemplo, ilustra as mudanças nas percepções dos estudantes antes e após a realização da oficina, evidenciadas pelas respostas de alunos identificados como Aluno 1, Aluno 2 e Aluno 3.

Quadro 15 – Respostas da QS01 e QFA01 dos Alunos 1 a 3.

RESPOSTAS	
QS01	**QFA01**
Aluno 1: *Sim, pois com eles podemos fazer diversos objetos que nos auxiliam no dia a dia.*	**Aluno 1:** *Ajudam em Construção, indústrias de automóveis, matérias-primas, na culinária, e na agricultura.*
Aluno 2: *Sim, são usados em diversos objetos.*	**Aluno 2:** *Eles compõem eletrônicos (como celulares e computadores) e materiais de construção (como cimento e tijolos).*
Aluno 3: *Sim.*	**Aluno 3:** *Ele é de extrema importância para a energia, tecnologia e transporte é bastante utilizado de inúmeras maneiras.*

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

A análise das respostas evidencia o progresso dos alunos em relação à importância dos minerais no cotidiano. O Aluno 1, inicialmente com uma visão geral, demonstrou evolução significativa ao identificar aplicações detalhadas, como na construção civil, indústria, agricultura e culinária. O Aluno 2 ampliou sua percepção ao destacar o uso de minerais em eletrônicos e materiais de construção, conectando esses aspectos ao seu dia a dia. Já o Aluno 3, que no início apresentou respostas vagas, passou a reconhecer, na etapa final, a relevância dos minerais em energia, tecnologia e transporte.

Este fato mostra que os estudantes em questão, assim como seus colegas não mencionados, superaram a visão superficial quanto às respostas do questionário de sondagem, fato que se deve a devida mediação e novas interações realizadas durante as etapas do processo. Sobre este ponto, Moreira (1997, p. 20) afirma que

> Novas ideias, conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras ideias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de "ancoragem" aos primeiros.

Logo, os dados do Questionário Final Autoavaliativo (QFA01) reforçam uma maior frequência de argumentos relacionados à importância dos minerais em tecnologias e construção civil, como destacado na análise anterior. Essa evolução, evidenciada pelas falas dos participantes, demonstra o impacto positivo da oficina, levando os alunos de respostas genéricas a análises mais fundamentadas. O aprofundamento nas respostas sugere que a oficina cumpriu

um papel significativo na abordagem da temática em sala de aula, promovendo aprendizagens relevantes e aplicáveis.

Por outro lado, é importante notar que a QS02 não encontra relação direta com nenhuma questão do Questionário Final Autoavaliativo. Essa pergunta, voltada para o conhecimento específico sobre regiões paraenses com extração de minerais, não foi retomada explicitamente ao final. Contudo, durante a construção dos produtos educacionais, como *rovers* e maquetes, esse conhecimento foi parcialmente explorado, permitindo aos alunos contextualizar e aplicar as ideias trabalhadas na oficina. Assim, apenas as questões subsequentes da QS são analisadas neste caso.

A QS03, por sua vez, apresenta maior conexão com a QFA02, uma vez que ambas abordam a contribuição da astronomia para a pesquisa e exploração de minerais em outros ambientes espaciais. Enquanto a QS03 busca explorar o conhecimento inicial dos alunos sobre o tema, a QFA02 investiga se a oficina alcançou seus objetivos nesse aspecto. Embora seus focos sejam ligeiramente diferentes, ambas permitem identificar como os alunos compreenderam e aplicam esse conhecimento em diferentes momentos da oficina (pré e pós). O Quadro 16 ilustra essas relações, destacando as perspectivas dos alunos em cada contexto.

Quadro 16 – Respostas da QS03 e QFA02 dos alunos 1 a 3.

RESPOSTAS	
QS03	**QFA02**
Aluno 1: *Sim, os planetas dentro e fora do sistema solar possuem minerais em suas camadas terrestres, que poderiam ser extraídos para suprir a necessidade na terra.*	**Aluno 1:** *Que através da astronomia é possível explorar outros locais de outros planetas.*
Aluno 2: *Sim, pois os minérios poderiam ser exportados de outros lugares.*	**Aluno 2:** *Que através da tecnologia da astronomia é possível explorar outros planetas e assim sendo possível descobrir novos minerais*
Aluno 3: *Sim, porque o uso dos materiais básicos no nosso mundo vai ser tornar escasso, então precisamos ver novos horizontes.*	**Aluno 3:** *Através de robôs com sensores de minerais.*

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

No Quadro 16, observa-se que o Aluno 1 manteve sua opinião consistente entre os momentos avaliados, com uma resposta mais completa na sondagem inicial em relação ao final. Isso pode indicar a preservação de um conhecimento prévio sólido. Por outro lado, os Alunos 2 e 3, que inicialmente apresentaram ideias semelhantes, expandiram suas respostas ao longo do processo, oferecendo exemplos concretos da evolução científica. De maneira geral, os alunos demonstraram uma progressão significativa no entendimento de como a astronomia pode contribuir para a busca por minerais, evoluindo de percepções gerais para reflexões mais específicas e alinhadas ao conteúdo trabalhado na oficina.

É importante destacar que a análise de conteúdo realizada no Quadro 6 (relacionada aos resultados da QS03) revelou que a maioria dos alunos considera positiva a ideia de a Astronomia auxiliar na demanda mundial por minerais. Isso é ilustrado pelos depoimentos representativos dos Alunos 1, 2 e 3. Além disso, a análise das categorias emergentes das autoavaliações indica que grande parte dos participantes reconheceu que a oficina ampliou sua visão sobre a contribuição da Astronomia para a Ciência, especialmente no contexto da exploração espacial e da descoberta de minerais em outros planetas.

Por fim, as perguntas QS04 e QFA03 se destacam por explorar os conhecimentos relacionados aos minerais e avaliar a evolução cognitiva dos estudantes. Enquanto QS04 investiga as ideias prévias sobre a possibilidade de encontrar minerais similares aos da Amazônia em outros planetas, QFA03 requer a aplicação prática do conhecimento adquirido, solicitando a identificação desses minerais e suas possíveis utilidades para a humanidade no Planeta Vermelho. Essa abordagem permite avaliar mudanças nas perspectivas dos alunos, medindo a ampliação de sua compreensão científica e reflexiva. O Quadro 17 ilustra os argumentos dos estudantes em ambos os momentos avaliados, evidenciando a evolução de suas ideias.

Quadro 17 – Respostas da QS04 e QFA03 dos Alunos 1 a 3.

RESPOSTAS	
QS04	**QFA03**
Aluno 1: *Ainda não, mas estamos caminhando cada vez mais para isso.*	**Aluno 1:** *Já foram detectados o ouro, magnésio, cobre e ferro. Eles auxiliam na fabricação de equipamentos para a exploração no planeta Marte.*

Aluno 2: *Sim. Hoje em dia com o avanço das tecnologias é possível encontrar os mesmos minerais.*	**Aluno 2:** *Argila, magnetita, hematita e outros minerais. Eles são úteis para geração de energia, desenvolvimento de tecnologias avançadas e produção de recursos básicos.*
Aluno 3: *Sim, ela já avançou, mas não encontraram os mesmos minerais.*	**Aluno 3:** *Magnésio, Cobre, Ferro e Silício. São úteis para construção de estruturas que podem auxiliar no estudo de Marte.*

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

A sondagem revelou comentários bastante relevantes. O Aluno 1, embora reconheça o avanço científico, inicialmente não demonstra conhecimento específico sobre descobertas em outros planetas. No entanto, sua análise final evidencia uma evolução significativa, ao identificar com precisão alguns minerais e suas aplicações práticas. Já o Aluno 2 apresenta algum conhecimento na fase inicial, que é ampliado no momento final, quando cita corretamente minerais e suas utilidades, reforçando o aprendizado dos conhecimentos trabalhados. O Aluno 3, por sua vez, começa com uma visão mais especulativa sobre o tema, mas indica progresso ao incorporar informações específicas, como a presença de magnésio e silício, além de destacar suas aplicações.

É interessante notar que, nas respostas do Quadro 17, os estudantes propõem uma contextualização dos minerais, atribuindo-lhes finalidades práticas e criando situações que fazem sentido. Vale lembrar que, para serem aprendidos significativamente, novos conhecimentos devem interagir de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe, conforme destaca Moreira (2021). São essas situações que conferem significado aos novos conceitos.

Esses resultados indicam que os objetivos propostos para essa questão final foram bastante alcançados, mostrando não apenas a aprendizagem dos estudantes, mas também o potencial de replicabilidade do produto educacional desenvolvido. De maneira geral, o Questionário Final Autoavaliativo se apresenta como uma ferramenta eficaz para incentivar os alunos a refletirem sobre seus aprendizados e se perceberem como protagonistas no processo educacional, conforme destaca Bender (2014).

6. O PRODUTO EDUCACIONAL

O Ensino de Astronomia possui um grande potencial para abordar temas diversos, seja em âmbito terrestre ou externo ao nosso planeta. Nesse sentido, o Produto Educacional (PE) gerado a partir desta dissertação de mestrado mostra-se como importante ferramenta, que concilia assuntos distintos, mas que se somam em relevância (Figura 25).

Figura 25 – Capa do produto educacional



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

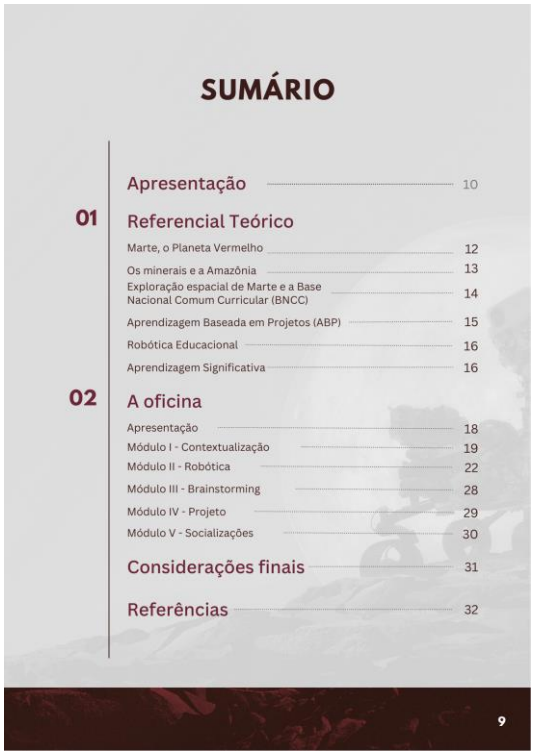
O PE foi desenvolvido com uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública de Belém do Pará. Trata-se de uma oficina que utiliza a ABP, permitindo que os alunos participem ativamente desde as etapas iniciais. Nessa abordagem, a Robótica é adicionada como uma ferramenta integradora e potencializadora do trabalho em equipe, utilizando equipamentos acessíveis, como a plataforma Arduino, conhecida por ser de fácil acesso e ótimo custo-benefício.

Intitulada **"Marte na Perspectiva Amazônica: um Caminho para o Ensino de Ciências"**, a oficina está disponível para toda a comunidade docente de Ciências, especialmente para aqueles que buscam abordar interdisciplinaridade em suas aulas. Os passos e etapas aqui apresentados são fruto da colaboração entre os autores, alunos e professores ao longo de todo o processo de construção e aplicação deste material.

O PE é composto por cinco capítulos: **Apresentação, Referencial Teórico, Oficina, Considerações Finais e Referências** (Figura 26). Ele inclui orientações teóricas para a prática docente, além de textos e links para maior aprofundamento. A oficina propriamente dita organiza-se em módulos, detalhados neste texto (Figura 27). Roteiros, formulários e códigos de

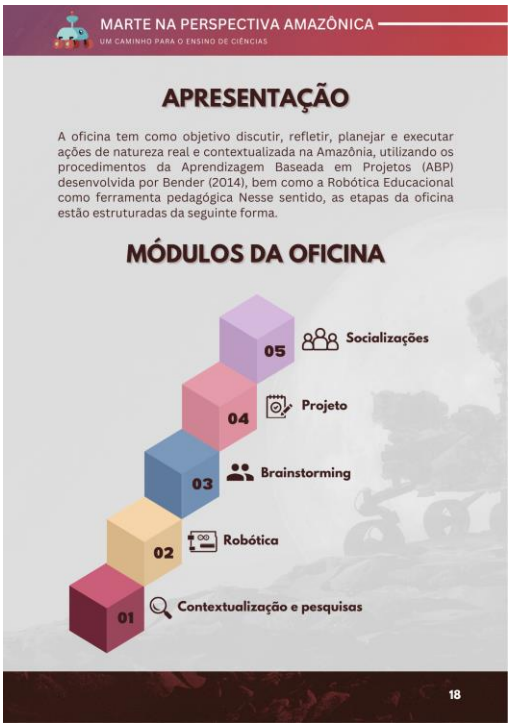
programação estão disponíveis para download por meio de *links* e *QR Codes* incluídos no material, juntamente com conteúdos complementares.

Figura 26 – Sumário do PE



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Figura 27 – Apresentação da oficina



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Como mencionado ao longo do texto, a oficina inova ao abordar a Astronomia sob uma perspectiva voltada para o contexto amazônico. Compreender como estamos conectados ao universo e interpretar os fenômenos ao nosso redor são características intrínsecas do ensino de Astronomia. No entanto, ao integrar esse conhecimento a um contexto real e próximo, promove-se uma compreensão mais profunda e reflexiva dos recursos disponíveis em nosso planeta.

Nesse sentido, tratar dos minerais em um contexto que une a Amazônia e o espaço sideral permite ao aluno perceber que os recursos da Terra podem estar presentes, em maior ou menor abundância, em outros lugares do universo, demonstrando que não são exclusividade deste "pálido ponto azul". Essa reflexão sobre o que pode e deve ser valorizado é um dos pontos centrais deste estudo, especialmente considerando que a mineração é uma atividade cercada por polêmicas, como poluição, desmatamento e desertificação. Dado que é impossível realizar mineração sem algum impacto ambiental, o entendimento de práticas responsáveis torna-se fundamental para mitigar os danos, especialmente em regiões tão sensíveis como a floresta amazônica.

Outro ponto positivo deste PE é a sua replicabilidade. O projeto, como produto feito pelos próprios estudantes, pode ser adaptado para atender aos interesses e contextos específicos de diferentes turmas. Além disso, o foco nos minerais pode ser ampliado, permitindo que a oficina explore outros elementos químicos encontrados no Planeta Vermelho, ampliando as possibilidades educacionais e temáticas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a abstração sobre minerais no Ensino Médio, esta pesquisa propõe uma conexão entre a realidade amazônica desses materiais e a Astronomia. A base teórica limitada dos alunos, causada pela insuficiência de recursos pedagógicos e pela falta de abordagens diferenciadas, destaca a necessidade de uma proposta contextualizada e progressiva que garanta maior envolvimento e aprendizado, respondendo à questão central: *De que forma desenvolver ações pedagógicas que auxiliem nessa abordagem?*

Nesse contexto, o ensino de Astronomia é demonstrado como uma ferramenta poderosa para explorar conteúdos abstratos, além de fomentar discussões interdisciplinares em sala de aula. A estratégia atende aos objetivos específicos da pesquisa ao engajar os estudantes em práticas colaborativas e participativas, como a construção da maquete paisagística de Marte, promovendo uma compreensão mais aprofundada sobre os minerais e suas conexões com a Astronomia.

Os resultados indicam uma superficialidade prévia nos conhecimentos sobre minerais, com apontamentos genéricos quanto às suas aplicabilidades e dificuldades em contextualizá-los na realidade amazônica. Além disso, ao analisar o conhecimento astronômico relacionado à temática, os participantes demonstram uma visão especulativa, embora positiva, sobre o desenvolvimento da Astronomia na detecção de minerais em outros planetas. A utilização da Robótica na proposta contribuiu para uma compreensão mais significativa, colaborativa e participativa, superando dúvidas e lacunas iniciais. Essa evolução é evidenciada na análise autoavaliativa, que aponta uma contextualização teórica e prática dos conhecimentos adquiridos, ampliando as possibilidades de discussões futuras sobre exploração espacial.

A pesquisa oferece uma contribuição significativa para o ensino de Astronomia ao propor uma estratégia que combina a ABP com a Robótica Educacional de forma integrada e eficaz. A construção do produto/artefato em sala de aula favoreceu a inserção dos estudantes nos conteúdos, conectando-os ao seu contexto local e promovendo uma reflexão crítica sobre as práticas relacionadas à mineração na Amazônia.

O uso de metodologias ativas mostrou-se um poderoso aliado para aproximar conceitos complexos da realidade dos estudantes. A ABP, por meio de suas etapas estruturadas, coloca o aluno como protagonista de sua aprendizagem. As atividades realizadas contribuíram para a formação de indivíduos mais conscientes e reflexivos sobre os fenômenos e práticas ao seu redor, especialmente em relação aos recursos abordados.

O produto educacional resultante desta pesquisa consiste em uma oficina que fornece ao professor ferramentas para abordar os minerais de forma inovadora e cativante. A proposta utiliza a Astronomia como um recurso lúdico e participativo, introduzindo conhecimentos sobre minerais e estabelecendo conexões com o contexto local. Assim, o produto educacional responde à pergunta de pesquisa ao sugerir ações pedagógicas eficazes para abordar os minerais da Amazônia.

As discussões promovidas pelas atividades não apenas incentivaram uma análise crítica sobre o uso sustentável dos recursos naturais, mas também despertaram o interesse dos estudantes pela ciência, tornando o aprendizado mais relevante e significativo para suas vidas. Nesse sentido, a prática apresenta contribuições importantes, fornecendo oportunidades para uma abordagem inovadora e oferecendo subsídios para replicação em sala de aula, com a possibilidade de adaptações necessárias.

Por sua vez, os desafios enfrentados durante o processo de pesquisa permitem avaliar que, apesar das dificuldades, os resultados obtidos foram, em sua maioria, positivos. Desde a pesquisa bibliográfica até a execução das atividades, o trabalho superou obstáculos como a apropriação da temática e do conhecimento sobre robótica, atrasos na submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, greves, paralisações e mudanças na escola, além de ajustes nos horários da oficina e redução no número de participantes. Ainda assim, considerando que a pesquisa envolve superar desafios, esses eventos não comprometeram a construção final do produto educacional.

O Mestrado Profissional contribuiu significativamente para o desenvolvimento acadêmico e profissional do mestrando, incentivando a valorização das práticas pedagógicas no ensino de Ciências. Ensinar Ciências, especialmente Física e Astronomia, ganha novas perspectivas com as atividades desenvolvidas, promovendo sempre a valorização do contexto amazônico e de suas riquezas.

Por fim, a perspectiva é de que esta pesquisa sirva de pontapé inicial para contribuições ainda maiores nessa temática. Além disso, a pesquisa foi institucionalizada como projeto de pesquisa junto à Universidade do Estado do Pará, buscando continuar com mais contribuições a nível de graduação.

REFERÊNCIAS

ABREU, Giovanna. **Pará é o estado brasileiro que mais exporta produtos minerais**. 2020. Agência Pará. Disponível em: https://agenciapara.com.br/noticia/20707/para-e-o-estado-brasileiro-que-mais-exporta-produtos-minerais. Acesso em: 16 fev. 2024.

AGENCY, European Space. **Mars express**. Disponível em: https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Mars_Express. Acesso em: 16 fev. 2024.

AGENCY, European Space. **Martian Interior**. 2019. Disponível em: https://sci.esa.int/web/mars-express/-/31028-martian-interior?section=paleomagnetism. Acesso em: 29 dez. 2024.

ALMEIDA, Maria Elizabeth. Como se trabalha com projetos. **Revista TV Escola**, *[S. l.]*, n. 22, p. 35–38, 2001. Disponível em: http://mecsrv04.mec.gov.

AMADO, Manuella Villar. **Contributos da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Educação para o Desenvolvimento Sustentável em Espaços de Educação não Formal.** Relatório de Pós-Doutoramento. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 2014.

ANASTACIO, Marco Antonio Sanches; VOELZKE, Marcos Rincon. ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO E OS ITINERÁRIOS FORMATIVOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino (REPPE)**, Cornélio Procópio, v. 6, n. 1, p. 113-129, 20 jul. 2020.

ANM, Agência Nacional de Mineração. **ANM arrecada mais de R$ 6,8 bilhões de royalties da mineração em 2023**. 2024. Agência Pará. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/noticias/anm-arrecada-mais-de-r-6-8-bilhoes-de-royalties-da-mineracao-em-2023. Acesso em: 16 fev. 2024.

ARAÚJO, Bruna Lima et al. Desafios e estratégias transdisciplinares no ensino de Física. In: KOCHHANN, A.; SOUZA, J. O. (Orgs.). **Reflexões sobre o Ensino e a Educação**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 159-169.

BABOS, Escrito Por Flávio. **Módulo RFID: Como Usar No Arduino? [Controle De Acesso]**. 2024. Disponível em: https://flaviobabos.com.br/rfid-arduino/. Acesso em: 30 dez. 2024.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática**. Porto Alegre: Penso , 2018.

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2011

BATISTA, M. C.; REINISZ, I. K. C.; GOMES, E. C.; BLANCO, D. F. Ensino de Astronomia e aprendizagem significativa: um estado de conhecimento. **Vitruvian Cogitationes**, [S. l.], v. 4, n. extra, p. 202–221, 2023. DOI: 10.4025/rvc.v4i3.70798.

BATISTA, Michel Corci; REINISZ, Ivana Kelly Cintra; GOMES, Ederson Carlos; BLANCO, Douglas Fernando. Ensino de astronomia e aprendizagem significativa: um estado de conhecimento. **Vitruvian Cogitationes**, Maringá, v. 4. , p. 202-221, 2023.

BENDER, William N. **Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação Diferenciada para o Século XXI**. [s.l.] : Penso, 2014.

BOWLING, A. **Research Methods in Health**. Buckingham: Open University Press, 1997.

BRANCO, Hely Cristian. **Geologia Planetária: o Planeta Terra como Modelo Análogo para Estudo de Corpos Planetários**. 2016. Monografia - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília. 2018.

CAMARGO, Wesley Proença De; SANTOS, Willer Gomes Dos. Proposta da análise conceitual de uma arquitetura preliminar para a Missão ASTER. **Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa.**, *[S. l.]*, 2019.

CANALLE, João Batista Garcia; TREVISAN, Rute Helena; LATTARI, Cleiton Joni Benetti. Análise do conteúdo de astronomia de livros de geografia de 1º grau. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 254–263, 1997.

CARDOSO, Márcia Regina Gonçalves; OLIVEIRA, Guilherme Saramago De; GHELLI, Kelma Gomes Mendonça. ANÁLISE DE CONTEÚDO: UMA METODOLOGIA DE PESQUISA QUALITATIVA. **Cadernos da Fucamp**, *[S. l.]*, v. 20, n. 43, p. 98–111, 2021.

COPPETE, Maria Conceição. Diários de Bordo e Ensaios Pedagógicos: possibilidades para pensar a formação de professores na modalidade de educação a distância. **Anais do II Seminário Internacional História do Tempo Presente**, *[S. l.]*, p. 1–16, 2014.

CORDANI, Umberto G.; JULIANI, Caetano. Potencial mineral de la Amazonia: problemas y desafíos. **Revista de estudios brasileños**, *[S. l.]*, v. 6, n. 11, p. 91, 2019. DOI: 10.14201/reb201961191108.

CRUZ, Hernani Batista Da. **Aprendizagem Baseada em Projetos: Mediando o Ensino de Temas de Física por Meio de Microcontroladores**. 2022a. Tese - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2022.

DA COSTA JÚNIOR, J. F.; CABRAL, E. L. dos S.; DE SOUZA, R. C.; BEZERRA, D. de M. C.; E SILVA, P. T. de F. **Um estudo sobre o uso da escala de Likert na coleta de dados qualitativos e sua correlação com as ferramentas estatísticas**. CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 360–376, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.1-021. Disponível em: https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/4009. Acesso em: 1 may. 2024.

DIAS, Bruno Leonardo do Nascimento. **DECIFRANDO MARTE**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2021. 124 p.

DIAS, José Silvino; CORNELISSEN, Mariana Garabini. O Código da Nave Espacial Mariner 9. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, [S.L.], v. 19, n. 2, p. 168-186, 2017. GN1 Genesis Network. http://dx.doi.org/10.5935/recen.2017.02.04.

FERREIRA, Marcello; COUTO, Roberto Vinícios Lessa do; SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da; PAULUCCI, Laura; MONTEIRO, Fábio Ferreira. Ensino de astronomia: uma abordagem didática a partir da teoria da relatividade geral. Revista Brasileira de Ensino de Física, [S.L.], v. 43, p. 1-13, 2021. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2021-0157.

GONÇALVES, Diângelo Crisóstemo; BENITE, Cláudio Roberto Machado. METODOLOGIA ATIVA E ROBÓTICA EDUCACIONAL: uma proposta para o estudo do sistema solar. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – Encitec**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 149-163, 8 dez. 2022. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missoes. http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v12i3.734.

GONÇALVES, Diângelo Crisóstemo; BENITE, Cláudio Roberto Machado. METODOLOGIA ATIVA E ROBÓTICA EDUCACIONAL: uma proposta para o estudo do sistema solar. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – Encitec**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 149-163, 8 dez. 2022. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missoes. http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v12i3.734.

HERO, Maker. **Kit Chassi 2WD Robô para Arduino**. 2024. Disponível em: https://www.makerhero.com/produto/kit-chassi-2wd-robo-para-arduino/#tab-blogrelacionados. Acesso em: 03 jan. 2024.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 15ª edição. Porto Alegre: Editora Bookman. 2015

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geoestatísticas de Recursos Naturais da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro, 2003. 247 p.

KLEIN, C.; DUTROW, B. Manual de ciência dos minerais. 23 ed. Bookman Editora, 2012.

LANGHI, R.; NARDI, R. DIFICULDADES DE PROFESSORES DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL EM RELAÇÃO AO ENSINO DA ASTRONOMIA. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 2, p. 75–91, 2005.

LANGHI, R.; NARDI, R.. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4402–4412, out. 2009.

LEÃO, Renata Sá Carneiro; TEIXEIRA, Maria do Rocio Fontoura. A EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA NA ERA DIGITAL E A BNCC: convergências e articulações. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, [S.L.], n. 30, p. 115-131, 19 jan. 2021. Universidade Federal de São Carlos. http://dx.doi.org/10.37156/relea/2020.30.115.

LIMA, Joana Filipa Neto Costa. **Evolução de Superfícies Planetárias**: marte - planeta dinâmico. 2021. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geociências, Uni V e Rsidade do Minho, [S. L.], 2021.

MACÊDO, Josué Antunes de; VOELZKE, Marcos Rincon. Aprendizagem significativa, objetos de aprendizagem e o ensino de Astronomia. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S.L.], v. 11, n. 5, p. 1-19, 8 ago. 2020. Cruzeiro do Sul Educacional. http://dx.doi.org/10.26843/rencima.v11i5.2726.

MARTEL, L. M. V. **Mineral Abundances in Martian Soils**. Planetary Science Research Discoveries. 2011.

MARTINS, Max; PEREZ, Silvana. Aprendizagem baseada em projetos e o estudo de conceitos básicos de astronomia nas séries iniciais do ensino fundamental: uma proposta didática baseada no movimento aparente do sol e construção de relógios solares. **Experiências em Ensino de Ciências**, [s. l], v. 18, n. 4, p. 493-509, dez. 2023.

MARTINS, Max; PEREZ, Silvana. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS E O ESTUDO DE CONCEITOS BÁSICOS DE ASTRONOMIA NAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: uma proposta didática baseada no movimento aparente do sol e construção de relógios solares. **Experiências em Ensino de Ciências**, [s. l], p. 493-509, 29 dez. 2023.

MELFI, A.J. et al. (Org.). **Recursos minerais no Brasil**: problemas e desafios. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2016. 420 p. Disponível em: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-7006.pdf>

MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde** (13ª Ed). São Paulo, SP: Editora Hucitec. 2013.

MOREIRA, M. A.. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200451, 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD, O ENSINO DE CIÊNCIAS E A PESQUISA NESTA ÁREA. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l], v. 7, n. 1, p. 7-29, 2002.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 1-8, 2021. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2020-0451.

MOREIRA, Marco Antônio. GRANDES DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA. **Revista do Professor de Física**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1–13, 2017. DOI: 10.26512/rpf.v1i1.7074.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Epu, 1999. 160 p.

MULTILÓGICA-SHOP, 2021. **Arduino - Guia Iniciante**. Disponível em: https://multilogica-shop.com/download_guia_arduino. Acesso em: 16 jan. 2024.

NASCIMENTO-DIAS, Bruno Leonardo; MACHADO, Fábio Braz. The Study Of Mineralogy In The Geological Evolution Of The Surface Of Mars. **Boletim Paranaense de Geociências**, *[S. l.]*, v. 80, n. 1, p. 70–87, 2022. DOI: 10.5380/geo.v80i1.88183.

NEUMANN, Greg. **The Mars Orbiter Laser**. Disponível em: https://attic.gsfc.nasa.gov/mola/index.html. Acesso em: 29 dez. 2024.

NUNES, Tamires Fernanda Barbosa; VIANA, Carol Correia; VIANA, Luiz Augusto Ferreira de Campos. Perspectivas da robótica como recurso pedagógico aplicada a educação 4.0: Uma análise bibliométrica sobre robótica educacional. **Research, Society and Development**, *[S. l.]*, v. 10, n. 4, p. e6310413889, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i4.13889.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**. [s.l: s.n.].

OLIVEIRA, Deivison Ferreira. **Aprendizagem baseada na resolução de problemas: uma proposta para o ensino de ciências e promoção da alfabetização científica a partir da temática "impactos ambientais causados por agrotóxicos"**. 2023. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, Universidade do Estado do Pará, Belém, 2023.

PAPERT, S. Some Poetic and Social Criteria for Education Design. 1976. Disponível em: URL:<http://www.papert.org/articles/SomePoeticAndSocialCriteriaForEducationDesign.html .> Acesso em: 22 out. 2023.

PINTO, Cíntia Maria da Silva Ferreira; SILVA, João Paulo Gomes da; SILVA, Marília de Alencar Araújo da. DIFICULDADES NO ENSINO DE ASTRONOMIA EM SALA DE AULA: um relato de caso. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 65-75, 6 fev. 2019. Universidade Federal de Pernambuco. http://dx.doi.org/10.51359/2595-7597.2018.239727.

SAMPAIO, E. Mineralogia do Solo, Évora. 2002

SANTOS JÚNIOR, Omar Ferreira dos; PEREIRA, Filipe Nunes Vasconcelos; FERNANDES, Iranderly Fernandes de. O CAMINHO PARA LEVAR O HOMEM AO PLANETA MARTE. **Caderno de Física da Uefs**, [S.L.], v. 21, n. 01, p. 1606.1-1606.9, 20 dez. 2023. Universidade Estadual de Feira de Santana. http://dx.doi.org/10.13102/cad.fs.uefs.v21i01.10423.

SANTOS, Breno Augusto Dos. Recursos minerais da Amazônia. **Estudos Avançados**, *[S. l.]*, v. 16, n. 45, p. 123–152, 2002.

SANTOS, Elizandra Daneize dos; MALACARNE, Vilmar; LANGHI, Rodolfo. O ENSINO DE ASTRONOMIA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES: aproximações e percepções no processo de ensino e aprendizagem nos anos iniciais do ensino fundamental. Investigações em Ensino de Ciências, [S.L.], v. 28, n. 3, p. 49-65, 28 dez. 2023. **Investigações em Ensino de Ciencias (IENCI)**. http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n3p49.

SANTOS, F. C.; SOBRAL JUNIOR, G. A. **A Dimensão da Robótica Educacional Como Espaço Educativo**. Dialogia, São Paulo, n. 34, p. 50-65, 2020.

SCIENCE, Nasa. **After Three Years on Mars, NASA's Ingenuity Helicopter Mission Ends**. 2024. Disponível em: https://mars.nasa.gov/news/9540/after-three-years-on-mars-nasas-ingenuity-helicopter-mission-ends/. Acesso em: 16 fev. 2024.

SCIENCE, Nasa. **ChemCam Spectrum from Martian Rock Target 'Ithaca'**. Disponível em: https://mars.nasa.gov/resources/5763/chemcam-spectrum-from-martian-rock-target-ithaca/. Acesso em: 16 fev. 2024a.

SCIENCE, Nasa. **Mars Curiosity Rover**. Disponível em: https://mars.nasa.gov/msl/mission/overview/. Acesso em: 16 fev. 2024b.

SCIENCE, Nasa. **Mars Pathfinder**. Disponível em: https://mars.nasa.gov/mars-exploration/missions/pathfinder/. Acesso em: 16 fev. 2024c.

SILVA, . L. da .; MATIAS, . C. .; BARROS, . A. Pesquisa em Educação por meio da pesquisa-ação. **REVISTA ELETRÔNICA PESQUISEDUCA**, [S. l.], v. 13, n. 30, p. 490–508, 2021. Disponível em: https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/1060. Acesso em: 19 out. 2023.

SILVA, K. C. B., SOUZA, A. C. R. de. **MEPE: metodologia para elaboração de produto educacional**. Manaus: IFAM, Campus Manaus Centro. 2018. Disponível em <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/355>. Acesso em 15 out. 2023.

SILVA, Patrick Oliveira da; KRAJEWSKI, Larissa Lima; LOPES, Hewdy Sousa; NASCIMENTO, Douglas Oliveira do. OS DESAFIOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO. **Revista Científica Faema**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 829-834, 15 dez. 2018. Revista FAEMA. http://dx.doi.org/10.31072/rcf.v9i2.593.

SILVESTRE, Gisllayne Roque. Introdução aos aspectos geológicos do planeta Marte: implicações para a possibilidade de colonização humana. **Cadernos de Astronomia**, *[S. l.]*, v. 4, n. 1, 2023. DOI: 10.47456/Cad.Astro.v4n1.39690.
SOUSA, Laureane; MACHADO, Veruska. Robótica Educacional em escolas públicas. *Em*: 2019, **Anais** [...]. : Sociedade Brasileira de Computacao - SB, 2019. p. 1184–1188. DOI: 10.5753/cbie.wie.2019.1184.

SLOVINSCKI, Luciano; ALVES-BRITO, Alan; MASSONI, Neusa Teresinha. A Astronomia em currículos da formação inicial de professores de Física: uma análise diagnóstica astronomy in curricula for the initial training of physics teachers. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 43, 2021. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2021-0173.

SOBREIRA, P. H. A.; RIBEIRO, J. P. M. . Erros conceituais de Astronomia em livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias - PNLD 2021. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 35, p. 77–126, 2023. DOI: 10.14244/RELEA/2023.35.77. Disponível em: https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/661. Acesso em: 16 jan. 2024.

TAYLOR, E. Jennings; JACKSON, Gregory S.. Perseverance Rover Lands on Mars. **The Electrochemical Society Interface**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 79-80, 1 jun. 2021. The Electrochemical Society. http://dx.doi.org/10.1149/2.f11212if.

THIOLLENT, M. Metodologia da Pesquisa-ação. São Paulo: Cortez, 2018

UENO, Alessandra. **Estudo dos meteoritos ajuda a conhecer a Terra e o próprio Universo**. 2023. Disponível em: https://jornal.usp.br/radio-usp/estudo-dos-meteoritos-ajuda-a-conhecer-a-terra-e-o-proprio-universo/. Acesso em: 04 jun. 2024.

WINTER, Othon Cabo; PRADO, Antonio Fernando Bertachini de Almeida (org.). **A CONQUISTA DO ESPAÇO**: do sputnik à missão centenário. São Paulo: Livraria da Física, 2007.

ZILIO, Charlene. **ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL I: Perspectivas e práticas voltadas para a aprendizagem da Matemática**. 2020. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

ANEXOS

ANEXO A – TERMO DE ACEITE DA INSTITUIÇÃO

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO
ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO PEDRO AMAZONAS PEDROSO

DECLARAÇÃO DE ACEITE DA INSTITUIÇÃO

Declaro em nome da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pedro Amazonas Pedroso, ter conhecimento do projeto de pesquisa intitulado "O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO", sob a responsabilidade do Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal, seu orientando Robson Teixeira da Silva e seu coorientador Prof. Dr. Reginaldo de Oliveira Corrêa Junior, todos vinculados ao Mestrado Profissional em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará (UEPA), dando-lhes consentimento para realizar as atividades do referido projeto, nesta instituição de Ensino, durante o período pré-estabelecido no cronograma do projeto.

Estou ciente e concordo com a publicação dos resultados encontrados.

Belém, PA, 06 de 11 de 2023

Aurea Sousa de Menezes
Vice Diretora
Portaria 163/2022

Diretora da Escola

ANEXO B – FOLHA DE ROSTO

MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa: O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO			
2. Número de Participantes da Pesquisa: 30			
3. Área Temática:			
4. Área do Conhecimento: Grande Área 1. Ciências Exatas e da Terra , Grande Área 6. Ciências Sociais Aplicadas			
PESQUISADOR RESPONSÁVEL			
5. Nome: ROBSON TEIXEIRA DA SILVA			
6. CPF: 038.702.422-05	7. Endereço (Rua, n.º): CONSELHEIRO FURTADO 3088 CREMACAO BELEM PARA 66063060		
8. Nacionalidade: BRASILEIRO	9. Telefone: 91989115078	10. Outro Telefone:	11. Email: robson.tdsilva@aluno.uepa.br

Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.

gov.br Documento assinado digitalmente
ROBSON TEIXEIRA DA SILVA
Data: 09/11/2023 17:16:24-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Data: _____ / _____ / _____

_____
Assinatura

INSTITUIÇÃO PROPONENTE		
12. Nome: Universidade do Estado do Pará - UEPA / Centro de Ciências Biológicas e da Saúde	13. CNPJ: 34.860.833/0001-44	14. Unidade/Órgão: Universidade do Estado do Pará - Campus VIII
15. Telefone: (94) 3312-2100	16. Outro Telefone:	

Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.

Responsável: RONILSON FREITAS DE SOUZA CPF: 767.354.002-91

Cargo/Função: COORDENADOR DO PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA

gov.br Documento assinado digitalmente
RONILSON FREITAS DE SOUZA
Data: 10/11/2023 11:01:50-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Data: _____ / _____ / _____

_____
Assinatura

PATROCINADOR PRINCIPAL

Não se aplica.

ANEXO C – DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR 1

ANEXO C – DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR 1

DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR 1

Eu, Robson Teixeira da Silva, portador do RG 7737103 e CPF 03870242205, pesquisador responsável do projeto de pesquisa intitulado "O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO", comprometo-me a utilizar todos os dados coletados, unicamente, para o projeto acima mencionado, bem como:

- Garantir que a pesquisa somente será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado do Pará, Campus VIII/Marabá, respeitando assim, os preceitos éticos e legais exigidos pelas Resoluções vigentes, em especial a 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde;
- Desenvolver o projeto de pesquisa conforme delineado;
- Apresentar dados solicitados pelo CEP-Marabá ou pela CONEP a qualquer momento;
- Preservar o sigilo e a privacidade dos participantes cujos dados serão coletados e estudados;
- Assegurar que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para a execução do projeto de pesquisa em questão;
- Assegurar que os resultados da pesquisa somente serão divulgados de forma anônima;
- Encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto;
- Justificar fundamentadamente, perante o CEP-Marabá ou a CONEP, a interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.
- Elaborar e apresentar os relatórios parciais e final ao CEP-Marabá;
- Manter os dados da pesquisa em arquivo, físico e digital, sob minha guarda e responsabilidade, por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

Belém, _____ de _____ de 2023.

gov.br Documento assinado digitalmente
ROBSON TEIXEIRA DA SILVA
Data: 06/11/2023 12:28:36-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Robson Teixeira da Silva

ANEXO D – DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR 2

DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR 2

Eu, José Fernando Pereira Leal, portador do RG 2898503 e CPF 620.502.812-34, orientador do projeto de pesquisa intitulado "O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO" comprometo-me a utilizar todos os dados coletados, unicamente, para o projeto acima mencionado, bem como:

- Garantir que a pesquisa somente será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado do Pará, Campus VIII/Marabá, respeitando assim, os preceitos éticos e legais exigidos pelas Resoluções vigentes, em especial a 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde;
- Desenvolver o projeto de pesquisa conforme delineado;
- Apresentar dados solicitados pelo CEP-Marabá ou pela CONEP a qualquer momento;
- Preservar o sigilo e a privacidade dos participantes cujos dados serão coletados e estudados;
- Assegurar que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para a execução do projeto de pesquisa em questão;
- Assegurar que os resultados da pesquisa somente serão divulgados de forma anônima;
- Encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto;
- Justificar fundamentadamente, perante o CEP-Marabá ou a CONEP, a interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.
- Elaborar e apresentar os relatórios parciais e final ao CEP-Marabá;
- Manter os dados da pesquisa em arquivo, físico e digital, sob minha guarda e responsabilidade, por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

Belém, ____ de _____ de 2023.

gov.br Documento assinado digitalmente
JOSE FERNANDO PEREIRA LEAL
Data: 06/11/2023 08:30:41-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal

ANEXO E – DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR 3

DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR 3

Eu, Reginaldo de Oliveira Corrêa Junior, portador do RG 4861680 e CPF 00837770246, coorientador do projeto de pesquisa intitulado "O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO", comprometo-me a utilizar todos os dados coletados, unicamente, para o projeto acima mencionado, bem como:

- Garantir que a pesquisa somente será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado do Pará, Campus VIII/Marabá, respeitando assim, os preceitos éticos e legais exigidos pelas Resoluções vigentes, em especial a 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde;
- Desenvolver o projeto de pesquisa conforme delineado;
- Apresentar dados solicitados pelo CEP-Marabá ou pela CONEP a qualquer momento;
- Preservar o sigilo e a privacidade dos participantes cujos dados serão coletados e estudados;
- Assegurar que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para a execução do projeto de pesquisa em questão;
- Assegurar que os resultados da pesquisa somente serão divulgados de forma anônima;
- Encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto;
- Justificar fundamentadamente, perante o CEP-Marabá ou a CONEP, a interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.
- Elaborar e apresentar os relatórios parciais e final ao CEP-Marabá;
- Manter os dados da pesquisa em arquivo, físico e digital, sob minha guarda e responsabilidade, por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

Belém, ____ de _____ de 2023.

gov.br Documento assinado digitalmente
REGINALDO DE OLIVEIRA CORREA JUNIOR
Data: 08/11/2023 22:31:55-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Prof. Dr. Reginaldo de Oliveira Corrêa Junior

ANEXO F – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, VOZ E SOM (TCUISV)

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, VOZ E SOM (TCUISV)

Título da pesquisa: "O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO".
Pesquisadores Responsáveis: José Fernando Pereira Leal e Robson Teixeira da Silva.
Contato: (91) 989115078 / e-mail: robson.tdsilva@aluno.uepa.br
Local de realização da pesquisa: EEEFM Pedro Amazonas Pedroso

Eu, _____, portador(a) do CPF _____, AUTORIZO aos Pesquisadores Responsáveis José Fernando Pereira Leal e Robson Teixeira da Silva a utilizar minha imagem e som de voz, em todo e qualquer material de divulgação científica desenvolvido a partir da pesquisa: "O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO". A presente autorização é concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem acima mencionada em todo território nacional e no exterior, das seguintes formas: publicação da dissertação; artigos científicos; congressos; e-book e mídia eletrônica entre outros. Por meio desta autorização ora concedida, autorizo José Fernando Pereira Leal e Robson Teixeira da Silva, ainda a realizar nas imagens e sons captados, cortes, reduções e edições. Esta autorização não gera e não gerará no futuro e também não ensejará interpretação de existir quaisquer vínculos ou obrigações trabalhistas, securitárias, previdenciária, indenizatória, ou mesmo empregatícia, entre o cedente e _____.

DECLARO, portanto, que estou de acordo com essas imagens, que não violam os direitos de imagem e de privacidade do cedente, e que tenho ciência que este material constituído por imagens e sons poderão ser usados exclusivamente pelos Pesquisadores José Fernando Pereira Leal e Robson Teixeira da Silva, a fim de divulgar os resultados de sua pesquisa.
Este documento será assinado em duas vias de igual teor, ficando uma das vias com o pesquisador responsável e a outra via com o participante da pesquisa.

Belém (PA), ___ de _____ de 2023.

_____
Assinatura do Cedente

gov.br Documento assinado digitalmente
ROBSON TEIXEIRA DA SILVA
Data: 18/12/2023 17:25:03-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

gov.br Documento assinado digitalmente
JOSE FERNANDO PEREIRA LEAL
Data: 18/12/2023 17:31:22-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____ _____
Mestrando Robson Teixeira da Silva Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal

ANEXO G – TERMO DE COMPROMISSO PARA UTILIZAÇÃO E MANUSEIO DE DADOS (TCUD)

TERMO DE COMPROMISSO PARA UTILIZAÇÃO E MANUSEIO DE DADOS (TCUD)

Nós, Robson Teixeira da Silva, José Fernando Pereira Leal e Reginaldo de Oliveira Corrêa Júnior da Universidade do Estado do Pará, pesquisadores do projeto de pesquisa intitulado "O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO", declaramos, para os devidos fins, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução no 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Nos comprometemos com a utilização dos dados contidos nos questionários de pesquisa da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pedro Amazonas Pedroso, que serão manuseados somente após receber a aprovação do sistema CEP-CONEP e da instituição detentora.

Nos comprometemos a manter a confidencialidade e sigilo dos dados contidos nos questionários de entrevista, questionários de coleta de informações e ficha, bem como a privacidade de seus conteúdos, mantendo a integridade moral e a privacidade dos indivíduos que terão suas informações acessadas. Não repassaremos os dados coletados ou o banco de dados em sua íntegra, ou parte dele, a pessoas não envolvidas na equipe da pesquisa.

Também nos comprometemos com a guarda, cuidado e utilização das informações apenas para cumprimento dos objetivos previstos nesta pesquisa aqui referida. Qualquer outra pesquisa, em que necessitemos coletar informações, será submetida para apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa. Os dados obtidos da pesquisa documental serão guardados de forma sigilosa, segura, confidencial e privada, por cinco anos, e depois serão destruídos. Ao publicar os resultados da pesquisa, manteremos o anonimato das pessoas cujos dados foram pesquisados, bem como o anonimato da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pedro Amazonas Pedroso.

Belém, ____ de _____ de 2023.

Documento assinado digitalmente
gov.br JOSE FERNANDO PEREIRA LEAL
Data: 06/11/2023 08:31:51-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Documento assinado digitalmente
gov.br ROBSON TEIXEIRA DA SILVA
Data: 06/11/2023 12:23:19-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal

Mestrando Robson Teixeira da Silva

ANEXO H – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)
(De acordo com a Resolução no 466 de 12 de dezembro de 2012)

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO.

A pesquisa será realizada pelo mestrando Robson Teixeira da Silva, na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pedro Amazonas Pedroso, aluno do Mestrado Profissional em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA) da Universidade do Estado do Pará. Sua participação na referida pesquisa será no sentido de desenvolver diferentes atividades nas aulas de Ciências, participando da construção de experimentos norteados por um guia de atividades e respostas a questionários abertos e fechados para coleta de informações.

O objetivo do projeto será construir uma oficina que promova aproximação, discussão e reflexão da importância dos minerais encontrados em Marte e na Região Amazônica utilizando a Robótica Educacional em aulas de Ciências para estudantes do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pedro Amazonas Pedroso.

A pesquisa está estruturada em seis etapas. A primeira consiste em uma aplicação de questionário de sondagem com perguntas fechadas relacionadas a minerais encontrados na região amazônica e sobre a possibilidade de encontrá-los em outros lugares do espaço, leitura do material norteador desenvolvido pelo pesquisador e a elaboração de hipóteses, em grupo, de soluções para solucionar uma determinada problemática. Na segunda etapa, os grupos deverão buscar informações acerca da problemática a fim de coletar dados para discussões em grupo. A terceira etapa será destinada a orientações de como os alunos poderão utilizar a Robótica Educacional para desenvolver uma solução viável para a problemática. Em seguida, na quarta etapa, os alunos deverão aplicar o conhecimento adquirido nas etapas anteriores, para o desenvolvimento de uma maquete interativa abordando o tema Minerais em Marte e na Terra. A quinta etapa será destinada à aplicação do questionário final com perguntas relacionadas ao questionário prévio, a fim de medir a aprendizagem desenvolvida pelo aluno durante o processo. Por fim, a sexta etapa será destinada ao aprofundamento do conteúdo através de uma sessão de cúpula específica, transmitida nos espaços do Centro de Ciências e Planetário do Pará da Universidade do Estado do Pará (UEPA).

Para a coleta de dados serão realizados registros em áudio das etapas da pesquisa, assim como, registros das atividades elaboradas no desenvolvimento das atividades. Diante disso, ressaltamos que possíveis riscos de desconforto e danos quanto participação da pesquisa serão minimizados pela preparação cautelosa das estratégias de elaboração de conteúdo e modo de aplicação dos instrumentos de coleta de dados, bem como, que o uso de áudio será reservado estritamente para os fins desta pesquisa e será mantido em total sigilo, assim como sua identidade. Vale ainda ressaltar que as descobertas deste projeto poderão contribuir para a formação não somente dos sujeitos desta pesquisa, mas também de outros estudantes da educação básica, tendo em vista que os produtos/processos desenvolvidos serão difundidos na comunidade técnico-científica e poderão ser utilizados em outros ambientes escolares. No

entanto, vale dizer que você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Os participantes terão acompanhamento irrestrito do pesquisador responsável, em caso de questionamentos quanto ao problema pesquisado. Em caso de problemas de saúde causados pela pesquisa, estes serão acompanhados e encaminhados para tratamento adequado em comum acordo com pesquisador/participante.

Por fim, ressaltamos que você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária (sem compensação financeira) e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou perda de benefícios. A participação no estudo não acarretará custos para você e será custeada pela pesquisadora responsável.

Eu, _____fui informado (a) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. O pesquisador certificou-me que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais. Também sei que caso existam gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dúvidas poderei contatar o pesquisador Robson Teixeira da Silva no telefone (91) 98911-5078 ou pelo e-mail: robson.tdsilva@aluno.uepa.br ou o Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos, localizado nas dependências do bloco IV, no térreo, sala 01 da Universidade do Estado do Pará, Campus Marabá - Avenida Hiléia, s/nº – Agrópolis do Incra – Bairro Amapá, por meio do Fone (94) 3312-2103 ou por e-mail: cepmaraba@uepa.br, nos dias de segunda-feira a sexta-feira no horário de 7:30h ás 13:30h.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

_____

Assinatura do Participante

Data:____/____/_____

Robson Teixeira Da Silva
_____

Assinatura do Pesquisador 1

José Fernandes Pereira Leal
_____

Assinatura do Pesquisador 2

ANEXO I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) – RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)
(Responsável legal pelo menor de 18 anos)
(De acordo com a Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012)

ESTUDO: "O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO"

Considerando a sua condição de responsável legal pelo(a) menor, apresentamos este convite e solicitamos o seu consentimento para que ele(a) participe da presente pesquisa. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos realizando, por isso, leia atentamente. Caso tenha dúvidas, teremos prazer em esclarecê-las. Se concordar, o documento será assinado e só então daremos início ao estudo. Sua colaboração será muito importante para nós. Mas, em caso de desistência, isto não causará nenhum prejuízo, nem a você, nem ao estudante.

A seguir estão descritos alguns critérios adotados para participação e exclusão neste estudo:

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO PARA A PESQUISA

i) ser aluno (a) matriculado (a) na 3ª série do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pedro Amazonas Pedroso; ii) Possuir 100% de frequência nas etapas da aplicação da pesquisa.

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO PARA A PESQUISA

i) Não apresentação da assinatura deste documento; ii) Não apresentação da assinatura do TALE; iii) Estudantes com baixa frequência escolar; iv) Estudantes que não participaram da aplicação da proposta; v) Estudantes que não possuem interesse na pesquisa. Ressalta-se que estes critérios serão adotados como compromisso dos pesquisadores com aspectos éticos da pesquisa.

A proposta se organizará em 6 etapas, tais quais:

MÓDULO I

- **1ª etapa:** Aplicação de questionário de sondagem com perguntas fechadas relacionadas a minerais encontrados na região amazônica e sobre a possibilidade de encontra-los em outros lugares do espaço; leitura de material norteador desenvolvido pelo pesquisador; elaboração de hipóteses para solucionar a problemática proposta; separação de grupos e elaboração de cronograma de atividades.

- **2ª etapa:** Pesquisa por informações em diferentes em livros, vídeos, sites, etc.Síntese da coleta dos dados coletados; tomada de decisões por parte dos membros dos grupos; discussão acerca de informações adicionais.

MÓDULO II

- **3ª etapa:** Aula de embasamento teórico e prático de Robótica Educacional; Linguagem de programação;

MÓDULO III

- **4ª etapa:** Aplicação do conhecimento que os alunos aprenderam através da montagem de uma maquete interativa utilizando a linguagem de programação e automação de equipamentos eletrônicos; Socialização das maquetes produzidas.

MÓDULO IV

- **5ª etapa:** Aplicação do questionário final envolvendo perguntas relacionadas ao questionário de sondagem;

MÓDULO V

- **6ª etapa:** Visita ao Centro de Ciências e Planetário da Universidade do Estado do Pará (UEPA) para uma sessão de cúpula que traga aprofundamento dos conteúdos aprendidos pelos alunos durante a aplicação da pesquisa.

Os benefícios desta pesquisa se atém na expectativa de desenvolvimento de habilidades para a aprendizagem da temática e seus variados aspectos. No que se trata dos riscos oferecidos pela mesma, participar desta pesquisa não oferece riscos físicos ou psicológicos previsíveis. Em caso de desconforto ou qualquer incômodo pelo teor da pesquisa, você poderá solicitar sua exclusão e/ou interrupção no processo.

Em caso de danos diretamente decorrentes da pesquisa, o (a) participante receberá assistência integral e imediata, de forma gratuita, pelo tempo que for necessário e avaliado por profissional competente. Ainda, caso seja necessário, o participante poderá requerer indenização por eventuais danos decorrentes da participação no estudo. Você tem a liberdade de desistir ou interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de dar qualquer explicação. Dessa forma, a desistência não lhe causará nenhum prejuízo, nem a seu/sua filho (a).

Todas as informações deste estudo são confidenciais. Seu nome e de seu filho (a) ou qualquer dado que possam identificá-los não serão publicados na divulgação dos resultados. Pessoas que não fazem parte da equipe da pesquisa, não poderão ter acesso aos seus registros. Sendo o acesso restrito somente aos pesquisadores envolvidos. Esse acesso será utilizado para realizar, acompanhar a pesquisa e analisar os dados obtidos. Também haverá retenção de dados para estudos futuros. As normas brasileiras que o protegem serão respeitadas;

Caso deseje, poderá tomar conhecimento dos resultados.

As etapas do projeto são seguras, no entanto, em caso de desconforto de qualquer espécie, você pode procurar o pesquisador responsável através do telefone (91) 98911-5078 ou pelo E-mail: *robson.tdsilva@aluno.uepa.br*. Em caso de demais dúvidas, recursos ou reclamações em relação ao presente estudo, você ainda poderá contatar a Secretaria da Comissão de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, localizada nas dependências do bloco IV, no térreo, sala 01 da Universidade do Estado do Pará, Campus Marabá - Avenida Hiléia, s/nº – Agrópolis do Incra – Bairro Amapá, por meio do Fone (94) 3312-2103 ou por e-mail: *cepmaraba@uepa.br,* nos dias de segunda-feira a sexta-feira no horário de 7:30h às 13:30h.

Diante do exposto,

Eu _____, portador (a) do RG _____, concordo de livre e espontânea vontade que meu filho/minha filha _____ nascido/a em _____ / _____ /_____, seja participante do estudo "**O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO"**. Declaro que obtive todas as informações necessárias e que todas as minhas dúvidas foram esclarecidas.

Este convite está de acordo com a Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.

Belém, ____ de _____ de 2023

gov.br Documento assinado digitalmente
ROBSON TEIXEIRA DA SILVA
Data: 18/12/2023 17:18:05-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____ _____

Assinatura do responsável Assinatura do pesquisador responsável

ANEXO J – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) – MAIOR DE 18 ANOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)
(Participante maior de 18 anos)
(De acordo com a Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012)

ESTUDO: "O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO"

Você está sendo convidado(a) para a presente pesquisa. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos realizando, por isso, leia atentamente. Caso tenha dúvidas, teremos prazer em esclarecê-las. Se concordar, o documento será assinado e só então daremos início ao estudo. Sua colaboração será muito importante para nós. Mas, em caso de desistência, isso não causará nenhum prejuízo a você.

A seguir estão descritos alguns critérios adotados para participação e exclusão neste estudo:

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO PARA A PESQUISA

i) ser aluno (a) matriculado (a) na 3ª série do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pedro Amazonas Pedroso; ii) Possuir 100% de frequência nas etapas da aplicação da pesquisa.

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO PARA A PESQUISA

i) Não apresentação da assinatura deste documento; ii) Não apresentação da assinatura do TALE; iii) Estudantes com baixa frequência escolar; iv) Estudantes que não participaram da aplicação da proposta; v) Estudantes que não possuem interesse na pesquisa. Ressalta-se que estes critérios serão adotados como compromisso dos pesquisadores com aspectos éticos da pesquisa.

A proposta se organizará em 6 etapas, tais quais:

MÓDULO I

- **1ª etapa:** Aplicação de questionário de sondagem com perguntas fechadas relacionadas a minerais encontrados na região amazônica e sobre a possibilidade de encontrá-los em outros lugares do espaço; leitura de material norteador desenvolvido pelo pesquisador; elaboração de hipóteses para solucionar a problemática proposta; separação de grupos e elaboração de cronograma de atividades.
- **2ª etapa:** Pesquisa por informações em diferentes em livros, vídeos, sites, etc.; Síntese da coleta dos dados coletados; tomada de decisões por parte dos membros dos grupos; discussão acerca de informações adicionais.

MÓDULO II

- **3ª etapa:** Aula de embasamento teórico e prático de Robótica Educacional; Linguagem de programação;

MÓDULO III

- **4ª etapa:** Aplicação do conhecimento que os alunos aprenderam através da montagem de uma maquete interativa utilizando a linguagem de programação e automação de equipamentos eletrônicos; Socialização das maquetes produzidas.

MÓDULO IV

- **5ª etapa:** Aplicação do questionário final envolvendo perguntas relacionadas ao questionário de sondagem;

MÓDULO V

- **6ª etapa:** Visita ao Centro de Ciências e Planetário da Universidade do Estado do Pará (UEPA) para uma sessão de cúpula que traga aprofundamento dos conteúdos aprendidos pelos alunos durante a aplicação da pesquisa.

Os benefícios desta pesquisa se atém na expectativa de desenvolvimento de habilidades para a aprendizagem da temática e seus variados aspectos. No que se trata dos riscos oferecidos pela mesma, participar desta pesquisa não oferece riscos físicos ou psicológicos previsíveis. Em caso de desconforto ou qualquer incômodo pelo teor da pesquisa, você poderá solicitar sua exclusão e/ou interrupção no processo.

Em caso de danos diretamente decorrentes da pesquisa, o (a) participante receberá assistência integral e imediata, de forma gratuita, pelo tempo que for necessário e avaliado por profissional competente. Ainda, caso seja necessário, o participante poderá requerer indenização por eventuais danos decorrentes da participação no estudo. Você tem a liberdade de desistir ou interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de dar qualquer explicação. Dessa forma, a desistência não lhe causará nenhum prejuízo.

Todas as informações deste estudo são confidenciais. Seu nome ou qualquer dado que possa identificá-lo não serão publicados na divulgação dos resultados. Pessoas que não fazem parte da equipe da pesquisa, não poderão ter acesso aos seus registros. Sendo o acesso restrito somente aos pesquisadores envolvidos. Esse acesso será utilizado para realizar, acompanhar a pesquisa e analisar os dados obtidos. Também haverá retenção de dados para estudos futuros. As normas brasileiras que o protegem serão respeitadas;

Caso deseje, poderá tomar conhecimento dos resultados.

As etapas do projeto são seguras, no entanto, em caso de desconforto de qualquer espécie, você pode procurar o pesquisador responsável através do telefone (91) 98911-5078 ou pelo E-mail: *robson.tdsilva@aluno.uepa.br*. Em caso de demais dúvidas, recursos ou reclamações em

relação ao presente estudo, você ainda poderá contatar a Secretaria da Comissão de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, localizada nas dependências do bloco IV, no térreo, sala 01 da Universidade do Estado do Pará, Campus Marabá - Avenida Hiléia, s/nº – Agrópolis do Incra – Bairro Amapá, por meio do Fone (94) 3312-2103 ou por e-mail: *cepmaraba@uepa.br,* nos dias de segunda-feira a sexta-feira no horário de 7:30h às 13:30h.

Diante do exposto,

Eu _____, portador (a) do RG _____, concordo de livre e espontânea vontade em participar do estudo "**O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO"**. Declaro que obtive todas as informações necessárias e que todas as minhas dúvidas foram esclarecidas.

Este convite está de acordo com a Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.

Belém, ____ de _____ de 2023

gov.br Documento assinado digitalmente
ROBSON TEIXEIRA DA SILVA
Data: 18/12/2023 17:18:05-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____ _____

Assinatura do participante Assinatura do pesquisador responsável

ANEXO K – DECLARAÇÃO DE ORIENTAÇÃO

DECLARAÇÃO DE ORIENTAÇÃO

Eu, Professor José Fernando Pereira Leal do Curso de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará, aceito orientar o trabalho intitulado "O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO" de autoria de Robson Teixeira da Silva. Declaro ter total conhecimento das normas de realização de trabalhos científicos vigentes, segundo a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa CONEP. Declaro ainda ter conhecimento do conteúdo do anteprojeto ora entregue.

Belém, ____ de _____ de 2023.

gov.br Documento assinado digitalmente
JOSE FERNANDO PEREIRA LEAL
Data: 06/11/2023 08:33:32-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal

ANEXO L – DECLARAÇÃO DE COORIENTAÇÃO

DECLARAÇÃO DE COORIENTAÇÃO

Eu, Professor Reginaldo de Oliveira Corrêa Junior do atuante na instituição Universidade do Estado do Pará, aceito coorientar o trabalho intitulado "O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO" de autoria de Robson Teixeira da Silva. Declaro ter total conhecimento das normas de realização de trabalhos científicos vigentes, segundo a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa CONEP. Declaro ainda ter conhecimento do conteúdo do anteprojeto ora entregue.

Belém, ____ de _____ de 2023.

gov.br Documento assinado digitalmente
REGINALDO DE OLIVEIRA CORREA JUNIOR
Data: 08/11/2023 22:31:54-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Prof. Dr. Reginaldo de Oliveira Corrêa Junior

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE SONDAGEM

Esta pesquisa está sendo divulgada após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos. Este formulário de perguntas guia, são a base para etapa de observação, tendo como objetivo recolher informação sobre o perfil pessoal e profissional do participante de pesquisa.

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a narrar suas vivências como forma de dados para a pesquisa intitulada: "O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO".

1. DADOS IDENTITÁRIOS:

Nome completo: _____

Idade: _____

Escola: _____

Série/ano: _____

Turno: _____

2. PERGUNTAS

1) Com base na sua percepção, os minerais são importantes para o seu cotidiano?
2) Você conhece alguma região do Estado do Pará onde podemos encontrar extração de minerais?
3) Você acha que os estudos e missões astronômicas poderiam auxiliar na demanda mundial por minerais? Por que?
4) Você acha que a ciência já avançou ao ponto de encontrarmos em outros planetas os mesmos minerais extraídos no Pará?

APÊNDICE B - FORMULÁRIO PESQUISAS

MÓDULO 1 – ETAPA 2

Data:_____
Escola: _____
Grupo:_____
Membros: _____

FORMULÁRIO DE PESQUISA

Mineral 1	
Aplicação	
Valor econômico	
Região do Pará em que é encontrada	

Mineral 2	
Aplicação	
Valor econômico	
Região do Pará em que é encontrada	

Mineral 3	
Aplicação	
Valor econômico	
Região do Pará em que é encontrada	

Mineral 4	
Aplicação	
Valor econômico	
Região do Pará em que é encontrada	

APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE REFINAMENTO DE PESQUISAS

Data	
Escola	
Grupo	
Membros	

FORMULÁRIO DE PESQUISA

	MINERAL (Identificar o nome do mineral.)	**LOCALIZAÇÃO NA TERRA** (Regiões específicas no Pará.)	**LOCALIZAÇÃO EM MARTE** (Indicar áreas ou crateras em Marte onde o mineral foi detectado)	**APLICAÇÕES** (Investigar como esses minerais são utilizados na indústria, tecnologia ou em estudos científicos.)	**POTENCIAL DE EXPLORAÇÃO** (Explorar a viabilidade de exploração desses minerais em Marte para futuras missões espaciais.)
Mineral 1					
Mineral 2					
Mineral 3					
Mineral 4					

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO FINAL AUTOAVALIATIVO

Esta pesquisa está sendo divulgada após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos. Este formulário de perguntas chaves serve para a etapa de avaliação do processo formativo dos estudantes do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pedro Amazonas Pedroso, que tem como objetivo recolher informação sobre o processo formativo.

Você está sendo convidado a narrar sua experiência no processo formativo da pesquisa intitulada: "O ENSINO DE ASTRONOMIA SOBRE A EXPLORAÇÃO ESPACIAL DO PLANETA MARTE E SUAS SIMILARIDADES AO CONTEXTO AMAZÔNICO".

1. DADOS IDENTITÁRIOS:

Nome completo: _____

Idade: _____

Escola: _____

Série/ano: _____

Turno: _____

2. PERGUNTAS

1) De que forma os minerais são importantes para o meu cotidiano?

2) Como a oficina me fez perceber que a astronomia pode auxiliar na busca por minerais em outros lugares?

3) Quais minerais extraídos comumente aqui na Amazônia já foram detectados em Marte? De que forma eles seriam úteis para o desenvolvimento da humanidade no Planeta Vermelho?