

Minerais de marte e da Amazônia: uma proposta didática para o ensino médio

RESUMO

Robson Teixeira da Silva
robson.tdsilva@aluno.uepa.br
orcid.org/0009-0004-2452-3751
Universidade do Estado do Pará
(UEPA), Belém, Pará, Brasil.

Reginaldo de Oliveira Corrêa Junior
reginaldojunior@uepa.br
orcid.org/0000-0002-5361-0764
Universidade do Estado do Pará
(UEPA), Belém, Pará, Brasil.

José Fernando Pereira Leal
jfpleal@uepa.br
orcid.org/0000-0002-1916-3518
Universidade do Estado do Pará
(UEPA), Belém, Pará, Brasil.

Pesquisas sobre Marte realizadas nas últimas décadas proporcionam um vasto entendimento das particularidades do planeta vermelho. Assim, várias missões exploratórias discutem a geologia, analisando características presentes e/ou condições que poderiam ter permitido a existência de vida no passado. Como nas descobertas anteriores, é notável a existência de vários minerais espalhados por sua superfície. Suas descobertas são intrigantes, considerando que são materiais essenciais para a vida diária humana e, portanto, têm um papel exploratório e econômico relevante no futuro próximo. Pretende-se neste estudo explorar uma proposta pedagógica que inclua os minerais em uma perspectiva astronômica e que estabeleça relações cósmicas do planeta Marte e os recursos da região Amazônica. O estudo de caráter qualitativo e exploratório, emprega os métodos da pesquisa-ação. No entanto, a abordagem pedagógica foi elaborada com base na metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Projetos, implementada em uma classe do terceiro ano do ensino médio de uma instituição pública de Belém, no Pará. Utilizam-se questionários impressos e diários de bordo para anotações do professor como coleta de dados. Para a análise dos resultados obtidos, usa-se os procedimentos da Análise de Conteúdo. Tal análise de dados mostra um bom desenvolvimento dos estudantes frente à temática proposta, permitindo estabelecer conexões com suas realidades. Compreende-se que a proposta permitiu evoluir os conhecimentos e habilidades de cooperação frente a temáticas que estão diretamente ligadas à sua realidade.

PALAVRAS-CHAVE: Astronomia. Minerais. Amazônia.

INTRODUÇÃO

Apelidado de Planeta Vermelho, Marte tem uma superfície avermelhada devido à presença de óxidos de ferro que, assim como outros minerais que foram identificados através de análises das missões exploratórias (Dias, 2021). O estudo da geologia planetária de Marte não apenas permite o entendimento profundo sobre suas características físicas e químicas, mas também busca analisar seu passado e estabelecer conexões com nosso planeta (Dias, 2021). Além disso, a detecção de minerais como manganês, chumbo, ferro, silício, entre outros, nos permite avaliar as possibilidades de exploração de tais recursos no planeta, considerando um futuro distante (Branco, 2016; Nascimento-Dias; Machado, 2022; Silvestre, 2023).

A compreensão desses processos auxilia a exploração espacial de forma que busquemos semelhanças com o contexto terrestre, especialmente no que diz respeito à formação de minerais. O estudo dos minerais marcianos, além de ampliar nosso conhecimento sobre o cosmos, fornece informações valiosas para entendermos melhor os processos terrestres, particularmente em áreas com grande potencial mineral, como a Amazônia.

Na esfera terrestre, particularmente na região amazônica, a mineração é de grande importância econômica e social em regiões com grande potencial para descobertas e explorações (Cordani; Juliani, 2023; Santos, 2002). No estado do Pará, a mineração tem um papel fundamental na economia, especialmente em províncias como Canaã dos Carajás, Parauapebas, Itaituba e outras que possuem grandes depósitos de minerais de ferro, chumbo, ouro, prata e níquel (Melfi *et al.*, 2016).

Nesse contexto, é fundamental promover discussões em sala de aula sobre a presença e valorização dos recursos minerais da Amazônia, com foco em uma formação crítica e reflexiva, além de entender os processos de exploração e para que se possa debater a implementação de condições sustentáveis para garantir uma exploração saudável.

Não obstante, o ensino de astronomia pode ser uma ferramenta valiosa para integrar diversas áreas do saber, tais como física, química e biologia. Ao tratar de assuntos interdisciplinares, ele promove uma visão ampla do cosmos e incentiva o aprimoramento de competências críticas e reflexivas, fundamentais para lidar com problemas complexos, como a extração de minerais em outros planetas e na Terra. A partir disso, apresenta-se neste trabalho uma proposta didática, integrante à pesquisa de mestrado profissional, que abre espaço para que estudantes possam refletir sobre mais um recurso natural presente na Amazônia.

No que diz respeito à proposta aqui desenvolvida, faz-se o uso de metodologia ativa na forma de Aprendizagem Baseada em projetos (ABP), em que os estudantes participam ativamente das etapas, como sondagem, contextualização, brainstorming, pesquisa e atividade final (Bacich; Moran, 2018). As atividades foram realizadas em uma escola tradicional da rede pública de Belém, no Pará, a qual considerou como público-alvo alunos do terceiro ano do ensino médio.

Considera-se que a proposta promove discussões ricas da temática citada, confrontando conhecimentos prévios dos discentes com os adquiridos durante o processo. Além disso, através da investigação, a valorização dos recursos foi alcançada, uma vez que a proposta se mostra como alternativa viável para a abordagem de minerais em um contexto astronômico.

A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC) E A GEOLOGIA DE MARTE

Desde sua implementação, a BNCC tem valorizado o ensino de astronomia no ensino básico através de seus eixos temáticos (Carvalho; Ramos, 2020). A exemplo disso, a unidade temática “Terra e Universo”, presente no Ensino Fundamental, é essencial na inserção dos conhecimentos astronômicos, uma vez que busca compreender características da Terra, Lua, Sol e de outros corpos do Sistema Solar. Nesse sentido, são comumente abordados conteúdos como composição, dimensão, localização, movimentos e forças entre estes os corpos celestes (Brasil, 2018).

No que diz respeito ao Ensino Médio, tem-se a unidade temática “Vida, Terra e Cosmos”, em que se abordam as complexidades da origem da vida, além de suas dinâmicas de interações e diversidade de seres vivos (Brasil, 2018), 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).

Nesse sentido, a BNCC também destaca algumas competências específicas da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no ensino médio (Brasil, 2018). O Quadro 1 mostra especificamente a competência 2, pois considera-se que está diretamente atrelada às atividades aqui desenvolvidas e à abordagem da Astronomia em sala de aula, destacando, também, algumas habilidades que evidenciam conceitos astronômicos.

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
<p>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.</p>	<p>(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.</p> <p>(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 <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p> <p>(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 <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>

Fonte: Brasil (2018).

No quadro acima, entende-se que a habilidade EM13CNT201 possibilita que o professor aborde conceitos de modelos cosmológicos, teorias do *Big Bang* e formação da terra e da vida, enquanto a EM13CNT204, Leis de Kepler, Leis de Newton e Movimentos de rotação e translação da Terra. No entanto, EM13CNT209 destaca-se neste estudo, uma vez que permite, entre outros, a abordagem da distribuição dos elementos e vida. Logo, entender tal distribuição compreende conhecer composições da atmosféricas e das superfícies de planetas.

Nesse sentido, a Mineralogia, vinculada à Geociências, abrange conhecimentos de diversas áreas, considerando que os minerais envolvem as ciências da Terra de alguma forma (Klein, Dutrow, 2012). Relacionando ao ensino de Astronomia, esta ciência auxilia o entendimento de conteúdos voltados às características geológicas dos planetas, bem como a composição e distribuição de elementos pela superfície. A exemplo disso, tem-se as análises de rochas em missões exploratórias enviadas ao planeta Marte, as quais realizaram grandes descobertas nas últimas décadas (Silvestre, 2023).

Portanto, a Mineralogia de Marte permite aos alunos refletir sobre a presença de elementos químicos no universo, ampliando suas visões sobre o cosmos e como ele funciona, além de fornecer subsídios para melhorar o ensino de astronomia através da interdisciplinaridade.

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS NO ENSINO DE ASTRONOMIA

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.

À vista disso, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é uma metodologia em que 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 os mesmos autores, 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; 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 papel do professor exerce o papel apenas 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.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, no sentido de investigar problemas práticos e imediatos relacionados ao contexto dos estudantes (Gil, 2023); exploratória, tendo em vista que visa explorar situações pouco exploradas em salas de aula (Moreira, 2011); qualitativa, considerando que os estudantes são avaliados quanto sua aprendizagem no transcórrer das atividades (Minayo, 2013); e com procedimentos voltados à pesquisa-ação, pois destaca-se a característica colaborativa a fim de produzir conhecimentos específicos para determinada realidade (Thiollent, 2018).

A atividade foi desenvolvida nos parâmetros de metodologia ativa na forma de ABP, seguindo os preceitos de Bender (2014). Para tal, aplicou-se a proposta em dois encontros de 90 minutos cada. O *lôcus* da pesquisa trata-se de uma escola tradicional da rede pública da cidade de Belém, através de uma turma do terceiro ano do ensino médio.

No primeiro encontro, o professor apresentou a proposta através de conversa com estudantes, mostrando as etapas e as habilidades adquiridas após cada encontro. Em consequente, aplicou-se um questionário de sondagem através da plataforma *Google Forms*, priorizando a relação entre os minerais no contexto amazônico e astronômico, além de destacar sua relevância para o cotidiano e a possibilidade de exploração em outras regiões do Sistema Solar. Um *QR Code* foi disponibilizado em um roteiro de atividades, direcionando os estudantes para o questionário *online*, que continha quatro perguntas abertas, respondidas individualmente, conforme ilustrado no Quadro 3.

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).

Depois, o professor apresentou a questão motriz para o desenvolvimento das atividades: “de que forma a presença de minerais em outro planeta pode auxiliar a humanidade na exploração?”. Em seguida, vídeos de contextualização foram transmitidos aos estudantes abordando principalmente os conceitos basilares dos minerais, além da notícia de detecção do enxofre puro por uma missão em Marte (Laboratory, 2024).

No segundo encontro, os estudantes formaram equipes de 4 ou 5 membros, os quais foram direcionados a discutirem sobre o que foi compreendido dos vídeos passados na etapa anterior. Em seguida, os grupos realizaram pesquisas na *internet*, sobre alguns pontos determinados pelo professor, tais como: minerais encontrados em Marte e que são encontrados na Amazônia, sua aplicabilidade prática no cotidiano e locais onde são comumente encontrados na Terra. Tais informações foram registradas em formulários desenvolvidos pelo professor, evidenciando pelo menos 4 minerais.

A questão motriz foi retomada após o preenchimento dos formulários pelos grupos. Neste momento, cada grupo discutiu entre os membros para respondê-la com base nos conhecimentos adquiridos nas pesquisas e discussões.

Os dados colhidos através dos formulários foram analisados com base na análise do conteúdo das respostas de cada uma das perguntas, seguindo os pressupostos estabelecidos por Bardin (2011). Ademais, tal análise 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, feita através da leitura flutuante das respostas; b) exploração do material e c) tratamento dos resultados.

A execução e a coleta de dados da pesquisa foram realizadas após a aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) associado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). A pesquisa aprovada no dia 16 de fevereiro de 2024 obteve o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) sob o número 76082023.4.0000.8607.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise das respostas obtidas no Questionário de Sondagem é realizada seguindo os conhecimentos prévios sobre a importância dos minerais e como estes se relacionam com o contexto astronômico. Os estudantes respondem às perguntas sem consultar outras fontes, apresentando apenas seus conhecimentos sobre a temática. O Quadro 4, assim como os subsequentes, apresentam categorias criadas com base na semelhança das 28 respostas para o primeiro questionamento.

Quadro 4 – Análise das respostas para a pergunta nº 1

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 nº2). 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

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. Com base nisso, o Quadro 6 analisa as respostas ao questionamento sobre a importância da exploração espacial de minerais no auxílio da demanda mundial (pergunta nº 3).

Quadro 6 – Análise das respostas para a pergunta nº 3

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

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 significativa 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 da aula, 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 1). 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 1 - 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

	Mineral	Aplicação	Encontrado em
Equipe 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
Equipe 2	Magnésio	Lâmpadas, fogos de artifício	X
	Cobre	Ligas metálicas, moedas, plantas, indústrias	Canaã dos Carajás e Marabá
	Ferro	Construção civil, agricultura, ind. automotiva e medicina	Canaã dos Carajás
	Silício	Vidro, chips, painéis solares	X
Equipe 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
Equipe 4	Cobre	Eletricidade	Canaã dos Carajás
	Cromo	Ferrocromo	X
	Zinco	X	Canaã dos carajás
	Bauxita	Alumínio metálico	X
Equipe 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 mostrou 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	<i>“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”</i>
2	<i>“Fornecer materiais, servir como energia, indicar água, revelar geologia, criar oportunidades econômicas”</i>
3	<i>“Não é apenas um caminho para a evolução científica e tecnológica, mas também uma cave para a sobrevivência e prosperidade para a humanidade”</i>
4	<i>“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”</i>
5	<i>“Ajuda nas atividades industriais e no avanço tecnológico fora do planeta e também a construir infraestrutura permitindo explorar mais a fundo a superfície”</i>

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.

Compreende-se, portanto, que a abordagem dos minerais em contexto astronômico, aproximando com a realidade amazônica dos estudantes, evidencia que o ensino de Astronomia é uma importante ferramenta na abordagem de conteúdos abstratos, além de proporcionar a discussão de assuntos interdisciplinares em sala de aula. Além disso, a conexão com metodologias ativas potencializa o entendimento e participação dos estudantes, permitindo-os que participem diretamente do processo (Bender, 2014; Bacich; Moran, 2018).

Por fim, limitações enfrentadas durante o processo estão diretamente relacionadas à abstração dos conteúdos, uma vez que pouco se comenta sobre

minerais no Ensino Médio e principalmente atrelando-os ao conhecimento astronômico. Além disso, a base teórica pouco limitada dos estudantes reitera a necessidade de uma abordagem contextualizada para que haja efetivo envolvimento nas atividades.

As discussões originadas das atividades realizadas não apenas promovem uma análise crítica sobre a utilização sustentável dos recursos naturais, mas também despertam o interesse dos estudantes pela ciência, tornando o aprendizado mais relevante e significativo para suas vidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia de ensino proposta conjuga diferentes áreas e conceitos científicos que findam em uma abordagem plural em sala de aula, incentivando a fusão de saberes nas áreas de Astronomia, Química e Geologia (particularmente em mineralogia). O uso da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Projetos potencializa o processo de ensino-aprendizagem, possibilitando que os alunos se envolvam de forma ativa e aprimorem suas competências de colaboração em grupo.

A temática, embora inicialmente cause estranheza por parte dos alunos, foi meticulosamente trabalhada para que os estudantes chegassem a conclusões fundamentadas. A sondagem gerou informações valiosas demonstrando certa familiaridade prévia dos estudantes com o papel dos minerais e locais nos onde são encontrados na região amazônica.

A pesquisa por informações complementares desenvolvida em sala aponta que, assim como muitos fenômenos da natureza, Marte passa e/ou passou por condições geológicas semelhantes ao que vimos no planeta Terra, permitindo considerá-las provas da conexão astronômica entre os corpos celestes. Fato este que se prova pela presença de minerais encontrados em ambos os planetas e que são produzidos sob condições específicas.

A conclusão da proposta demonstra significativo impacto no desenvolvimento da aprendizagem, em que os discentes apontam um cenário otimista da exploração espacial dos minerais, reconhecendo também as limitações encaradas para cumprir tal meta.

Em última análise, essa metodologia pedagógica proporciona uma valiosa chance de ponderar sobre a relevância dos materiais existentes na Terra e sua ligação com outros pontos do Sistema Solar. Levando em conta o contexto dos estudantes, que vivem em uma região com grande destaque na extração de minerais, essa conclusão gera expectativas positivas para uma abordagem mais contextualizada no Ensino Fundamental.

Minerals of mars and the Amazon: a didactic proposal for high School education

ABSTRACT

Research on Mars conducted in recent decades has significantly expanded our understanding of the planet's particularities. Several exploratory missions have examined its geology, analyzing current features and conditions that could have supported life in the past. Among the most notable discoveries is the presence of various minerals scattered across the Martian surface. These findings are particularly intriguing, given that these minerals are essential for daily human life and may play a significant exploratory and economic role in the near future. This study aims to explore a pedagogical proposal that incorporates the study of minerals from an astronomical perspective, establishing connections between the planet Mars and the mineral resources of the Amazon region. The research is qualitative and exploratory in nature, using action research methods. The pedagogical approach was developed based on the active methodology of Project-Based Learning (PBL) and was applied innovatively in a third-year high school class at a public school in Belém, Pará. Data collection involved printed questionnaires and teacher logbooks. The results were analyzed using Content Analysis. The analysis indicates that students made significant progress in understanding the proposed topic, establishing meaningful connections with their local realities. The study suggests that the proposal fostered the development of both knowledge and cooperation skills, particularly in addressing issues directly related to their context.

KEYWORDS: Astronomy. Minerals. Amazon.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA) por financiar a pesquisa.

REFERÊNCIAS

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

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

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. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

DIAS, Bruno Leonardo do Nascimento. **Decifrando Marte**. São Paulo, SP: Livraria da Física, 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, SP: Atlas, 2023.

KLEIN, Cornelis; DUTROW, Barbara. **Manual de ciência dos minerais**. 23. ed. [S. l.]: Bookman Editora, 2012.

LABORATORY, Jet Propulsion. **NASA's Curiosity Rover Discovers a Surprise in a Martian Rock**. 2024. Disponível em: <https://www.jpl.nasa.gov/news/nasas-curiosity-rover-discovers-a-surprise-in-a-martian-rock>. Acesso em: 04 set. 2024.

LUNA, Jeannette Wolak *et al.* Planetary Geologic Maps: essential tools for scientific inquiry and space exploration. **Journal Of Geophysical Research: Planets**, v. 129, n. 10, p. 1-8, out. 2024.

MELFI, Adolpho José *et al.* (Org.). **Recursos Minerais no Brasil: problemas e desafios**. Rio de Janeiro, RJ: Academia Brasileira de Ciências, 2016.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 13. ed. São Paulo, SP: Editora Hucitec, 2013.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo, SP: Livraria da Física, 2011.

NASCIMENTO-DIAS, Bruno Leonardo; MACHADO, Fábio Braz. The study of mineralogy in the geological evolution of the surface of mars. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 80, n. 1, p. 70–87, 2022.

SILVESTRE, Gislayne Roque. Introdução aos aspectos geológicos do planeta Marte: implicações para a possibilidade de colonização humana. **Cadernos de Astronomia**, v. 4, n. 1, p. 110–119, mar. 2023.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da Pesquisa-ação**. São Paulo, SP: Cortez, 2018.

Recebido: 04 outubro 2024.

Aprovado: 01 novembro 2024.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/etr.v8n3.19367>.

Como citar:

SILVA, R. T. da; CORRÊA JUNIOR, R. de O.; LEAL, J. F. PA. Minerais de marte e da Amazônia: uma proposta didática para o ensino médio. **Ens. Tecnol. R.**, Londrina, v. 8, n. 3, p. 234-247, set./dez. 2024. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/etr/article/view/19367>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Robson Teixeira da Silva

Rod. Augusto Montenegro, Km 03, S/Nº - Mangueirão / Belém, Pará, Brasil.

Direito autoral:

Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

