



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS**

JOÃO LUCAS FERREIRA DE SOUZA

**CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA EM GEOCIÊNCIAS PARA
PROFESSORES: A VULCANOLOGIA COMO CAMINHO METODOLÓGICO NO
PROCESSO DE APRENDIZAGEM E APRIMORAMENTO DO ENSINO NA REDE
DE EDUCAÇÃO BÁSICA**

RECIFE

2024

JOÃO LUCAS FERREIRA DE SOUZA

CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA EM GEOCIÊNCIAS PARA PROFESSORES: A VULCANOLOGIA COMO CAMINHO METODOLÓGICO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM E APRIMORAMENTO DO ENSINO NA REDE DE EDUCAÇÃO BÁSICA

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Orientador(a): Carla Joana Santos Barreto

Coorientador(a): Sara Gomes da Costa

RECIFE

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Souza, João Lucas Ferreira de .

Curso de formação continuada em Geociências para professores: A
Vulcanologia como caminho metodológico no processo de aprendizagem e
aprimoramento do ensino na rede de educação básica / João Lucas Ferreira de
Souza. - Recife, 2024.

47 p. : il., tab.

Orientador(a): Carla Joana Santos Barreto

Coorientador(a): Sara Gomes da Costa

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Geografia -
Licenciatura, 2024.

Inclui referências.

1. Práticas-educativas. 2. Ensino-aprendizagem. 3. Vulcanismo. 4.
Vulcanologia. 5. Geociências. I. Barreto, Carla Joana Santos. (Orientação). II.
Costa, Sara Gomes da . (Coorientação). IV. Título.

370 CDD (22.ed.)

JOÃO LUCAS FERREIRA DE SOUZA

**CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA EM GEOCIÊNCIAS PARA
PROFESSORES: A VULCANOLOGIA COMO CAMINHO METODOLÓGICO NO
PROCESSO DE APRENDIZAGEM E APRIMORAMENTO DO ENSINO NA REDE
DE EDUCAÇÃO BÁSICA**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Aprovado em: ___ / ___ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dra. Carla Joana Santos Barreto (Orientadora)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dra. Priscylla Karoline de Menezes (Examinadora Interna)

Universidade Federal de Pernambuco

M.Sc Júlia Stefane da Silva Vieira (Examinadora Externa)

Universidade Federal da Paraíba

RESUMO

Resumo: Este trabalho apresenta os resultados da elaboração e aplicação de um curso de formação continuada denominado "Propostas didáticas no ensino das Geociências: caminhos através da Vulcanologia". O curso abordou desde conceitos básicos de Geologia e Vulcanologia até metodologias inovadoras de ensino. Utilizando a Vulcanologia como tema central, devido ao seu apelo lúdico e atratividade, este curso promoveu a experimentação de diversas estratégias didáticas. Realizaram-se simulações, jogos, produção de materiais concretos, bem como o uso de realidade virtual e aumentada com o uso de ferramentas digitais como Google Earth e Óculos de Realidade Aumentada. Em resposta à iniciativa, os participantes destacaram a contribuição do curso para sua formação profissional e para a popularização da ciência e aprendizado de ferramentas tecnológicas em sala de aula. Espera-se que o aprendizado adquirido se traduza em um ensino de Geociências mais engajado e eficaz.

Palavras-chave: PRÁTICAS-EDUCATIVAS; ENSINO-APRENDIZAGEM;
VULCANISMO; VULCANOLOGIA; GEOCIÊNCIAS.

ABSTRACT

Abstract: This paper presents the results of the development and implementation of a continuing education course entitled "Didactic Proposals in Geosciences Teaching: Paths Through Volcanology." The course addressed topics ranging from basic concepts of Geology and Volcanology to innovative teaching methodologies. Using Volcanology as the central theme, due to its playful appeal and attractiveness, this course promoted the experimentation of various didactic strategies. Simulations, games, production of concrete materials, use of virtual and augmented reality with the use of digital tools such as Google Earth and Augmented Reality Glasses were carried out. In response to the initiative, participants highlighted the course's contribution to their professional development and to the popularization of science and technological tools in the classroom. It is expected that the knowledge acquired will translate into a more engaging and effective teaching of Geosciences.

Key-words: EDUCATIONAL-PRACTICES; TEACHING-LEARNING; VOLCANISM; VOLCANOLOGY; GEOSCIENCE.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Capturas de momento de aula teórica. A – Extensionistas ministrando aulas sobre o eixo da Estrutura Interna do Planeta; B - Extensionista durante aula teórica, eixo temático Mineralogia; C- Extensionista ministrando aula no eixo de Vulcanismo no Brasil; D – Extensionista dando exemplos de plantios que ocorrem em áreas com solo vulcânico. 28
- Figura 2 – Maquetes utilizadas no curso: A - Maquete representativa do Sistema Solar; B - Maquete de Subducção. 29
- Figura 3 – Capturas de momento de aula prática: A - Apresentação de jogo lúdico com tema vulcânico; B - Apresentação de banner do tema Geologia Espacial; C- Preparação de simulação de explosão vulcânica com dicromato de amônio; D - Simulação de explosão vulcânica com dicromato de amônio; E - Extensionista utilizando luminárias em forma de corpos celestes para contextualização de tema geologia espacial; F - Uso de microscópio para análise de amostras; G - Apresentação de banner sobre vulcanismo no Brasil; H - Óculos de realidade aumentada sendo utilizado por participante; I - Demonstração de jogo de bingo com temática vulcânica; J - Utilização de maquetes para contextualizar tipos de erupções. 31
- Figura 4 – Fichas usadas em sorteio para definição de personagem durante dinâmica de Risco Vulcânico. 32
- Figura 5 – Captura de momentos e materiais utilizados em atividades práticas: A - Apresentação de vinho produzido em solo vulcânico; B - Materiais utilizados para a atividade prática de produção de Globos terrestres; C- Materiais utilizados para a atividade prática de produção de maquetes de Vulcões; D - Professor participante gravando vídeo para redes sociais. 33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Respostas referentes à pergunta “Sobre os conteúdos teóricos do curso, comente o que mais chamou sua atenção”.	34
Gráfico 2 –	Respostas referentes à pergunta “Sobre os conteúdos práticos do curso, comente o que mais chamou sua atenção”.	35
Gráfico 3 –	Respostas referentes à pergunta “Nível de ensino em que atua”.	36
Gráfico 4 –	Respostas referentes à pergunta “Você utilizou algum dos recursos ou temáticas aprendidos no curso em suas aulas? Se sim, quais? Se não, por que não?”.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Respostas referentes à terceira pergunta do formulário de devolutiva dos docentes após 1 ano da conclusão do curso.	39
Tabela 2 –	Respostas referentes à primeira pergunta do formulário aplicado aos extensionistas.	39
Tabela 3 –	Respostas referentes à segunda pergunta do formulário aplicado aos extensionistas.	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Formação de Professores e o Ensino de Geociências	12
2.2 Importância e Desafios da Formação Continuada	13
2.3 Extensão universitária e seu papel	14
3 ESTADO DA ARTE	16
3.1 Origem da Terra	16
3.2 Tectônica de Placas	16
3.3 Minerais e Rochas	17
3.4 Conceitos Básicos de Vulcanologia	18
3.4.1 Tipos de erupção	18
3.4.2 Morfologia dos Vulcões	19
3.4.3 Produtos Vulcânicos	19
3.5 Vulcões e Sociedade	19
3.6 Geotecnologias	20
4 OBJETIVOS	22
4.1 Objetivo Geral	22
4.2 Objetivos Específicos	22
5 METODOLOGIA	23
6 RESULTADOS	26
6.1 Atividades teóricas	26
6.2 Atividades Práticas	28
7 DISCUSSÕES	34
7.1 Devolutiva dos professores a curto prazo	34
7.2. Devolutiva dos professores após 1 ano	36
7.3. Devolutiva dos extensionistas	38
8 CONCLUSÕES	43
9 REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

A Terra é formada pela conexão dos subsistemas geosfera, hidrosfera, criosfera, atmosfera e biosfera (Orion, 2018). Desta forma, as Geociências focam no estudo dos quatro primeiros subsistemas e nas interações que ocorrem entre eles, incluindo as maneiras como esses sistemas afetam e são afetados pela biosfera (Wyk de Vries et al., 2018). Neste âmbito, os vulcões representam uma manifestação majestosa da natureza, sendo motivo de interesse, tanto científico, quanto social e histórico da sociedade durante a história. Por outra perspectiva, os vulcões são parte testemunhal das grandes forças da dinâmica interna terrestre, representando um grande potencial para a aprendizagem das Geociências (Perales et al., 2021).

Nesse sentido, a Vulcanologia desenvolve-se com uma sub-área das Geociências historicamente cercada por misticismo e curiosidades capazes de cativar a atenção dos estudantes (Lewis & Baker, 2010). Entretanto, a compreensão da relação do ser humano com fenômenos geológicos tende a ser despertada por um agente externo, como um professor ou uma experiência interessante. No entanto, essa relação melhor se converterá em uma afinidade duradoura se for sustentada por um estímulo intelectual adequado (Kraft, 2018).

Nessa perspectiva, países como a Indonésia, Japão, Filipinas e Chile inserem temas referentes ao vulcanismo desde os primeiros anos da vida escolar, com a finalidade de conscientizar os indivíduos acerca do ambiente em que convivem (Anggrayni et al., 2020; Ferrero, Magana, 2015; Merino, 2023). Embora atualmente o Brasil não registre erupções vulcânicas ativas, como ocorre nos países mencionados anteriormente, os vestígios de antigas atividades vulcânicas permanecem em seu território e podem constituir objetos de interesse para o desenvolvimento desse tema em sala de aula (Costa et al., 2023).

Nesse contexto, o projeto de extensão universitária Vulcões e Viagens, vinculado à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), possui o objetivo de aproximar a universidade da sociedade por meio das Geociências, com foco na Vulcanologia. Este projeto se utiliza de ferramentas tradicionais e inovadoras, como as redes sociais, para divulgação científica (Costa et al., 2022), com o intuito de facilitar o aprendizado e despertar o interesse pela área, além de realizar oficinas didáticas e itinerantes em escolas públicas (Silva et al., 2022).

Paralelamente às ações desenvolvidas com estudantes da educação básica, o projeto de extensão criou o curso intitulado "Propostas didáticas no ensino das Geociências: Caminhos através da Vulcanologia". Este curso teve como objetivo capacitar licenciandos e professores da rede básica a respeito dos diversos aspectos das Geociências por meio da Vulcanologia. Para

isso, utilizou-se materiais didáticos desenvolvidos para facilitar o processo de aprendizagem e aumentar o interesse nesta área.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é abordar o planejamento e a execução do curso, destacando a relevância da abordagem teórico-prática com uso de inovações na criação e aplicação de materiais didáticos ao longo das aulas. Além disso, busca-se avaliar o impacto desse curso a curto e médio prazo para os professores participantes, bem como entender de que maneira pretendem transmitir os conhecimentos adquiridos a seus próprios estudantes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Formação de Professores e o Ensino de Geociências

A relevância do ensino de Geociências na educação básica, especialmente no Ensino Fundamental, e sua intrínseca relação com a formação de professores são temas centrais nas discussões sobre educação científica e ambiental. Diversos autores, como Compiani (1998), Compiani & Paschoale (1990) e Bezzi (1995), defendem que a Geologia/Geociências contribui significativamente para o desenvolvimento cognitivo das crianças, despertando uma visão integrada e abrangente das questões socioambientais.

As Geociências requerem um tipo de raciocínio histórico e contextualizado por lidarem com escalas espaciais e temporais extremamente amplas, além de processos físico-químicos que envolvem tanto matéria inorgânica quanto orgânica. Essa característica as diferencia das Ciências Físicas e Biológicas, que se fundamentam principalmente em experimentação e hipóteses testáveis em ambientes controlados, como o laboratório (Compiani, 2003). Dada essa singularidade, torna-se necessário que os professores adotem abordagens didáticas inovadoras, capazes de estimular nos alunos a habilidade de compreender a complexidade dos processos geológicos e sua relevância na história da Terra e da humanidade.

No entanto, a formação de professores para o ensino de Geociências enfrenta desafios consideráveis. A maioria dos cursos de formação inicial não contempla adequadamente a Geologia/Geociências em seus currículos, o que resulta em professores com pouco conhecimento e insegurança para abordar esses temas em sala de aula (Compiani, 2003). Isso destaca a necessidade urgente de uma formação continuada que forneça tanto o conhecimento teórico quanto prático indispensável para o ensino de Geociências (Compiani, 2003; Elliot, 1994; Carr, 1996; Kincheloe, 1997).

Dessa forma, a formação continuada deve ser contextualizada, reflexiva e crítica, incentivando os professores a atuarem como pesquisadores de suas próprias práticas. Com isso, eles poderão construir um ensino de Geociências engajado com as questões socioambientais, promovendo um processo de ensino-aprendizagem transformador e relevante.

O ensino de Geociências no Ensino Fundamental, com foco na formação de professores, exige a construção de um olhar interdisciplinar, crítico e transformador da realidade. Abordagens como a CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e a pedagogia crítica do lugar/ambiente, que valoriza as relações entre o local e o global, o particular e o geral, a análise e a síntese, são apontadas como caminhos promissores para a construção de um ensino de Geociências significativo e relevante para a formação de cidadãos

conscientes e atuantes na sociedade (Yus Ramos, 1998; Gruenewald, 2003; Smith, 2002; Gruenewald & Smith, 2007).

2.2 Importância e Desafios da Formação Continuada

A formação continuada de professores está longe de ser um processo unificado devido a abrangências de diferentes concepções e práticas. Uma visão tradicional compreende a formação continuada como atualização, capacitação ou treinamento, com foco na transmissão de conhecimentos técnicos e atualização de conteúdos, desconsiderando a experiência e os saberes docentes (Gatti, 2000).

Em contraposição, a perspectiva crítico-reflexiva prioriza a reflexão crítica sobre a prática, a construção de conhecimentos a partir da experiência e a autonomia docente, tendo a escola como espaço de formação e o professor como pesquisador de sua própria prática (Freire, 2001; Imbernón, 2001). A formação ao longo da vida, por sua vez, a concebe como um processo contínuo e permanente, que se estende por toda a trajetória profissional, dentro e fora da escola (SEF, 1999).

Essa diversidade de abordagens se reflete no Brasil, onde a formação continuada de professores se encontra em uma encruzilhada, pressionada a romper com um modelo tecnicista e transmissivo, enraizado em "pacotes" prontos e ideias predefinidas, e avançar em direção a um modelo crítico-reflexivo, que reconheça e valorize a riqueza da experiência docente (Gatti, 2000; Freire, 2001). As dificuldades começam na base: estudo realizado por Gatti (2008) aponta que a formação inicial de professores no Brasil é marcada pela fragmentação curricular, com uma ênfase excessiva em conteúdos teóricos e pouca conexão entre a teoria e a prática. Essa falta de articulação se agrava nas disciplinas optativas, que tendem a focar em temas mais genéricos, distantes da realidade escolar.

Além disso, Gatti e Barreto (2009) indicam que muitos estudantes de Pedagogia ingressam na licenciatura sem vocação, buscando-a como uma alternativa ao desemprego, e a maioria desses estudantes pertencem a famílias com baixa escolaridade e renda, o que reflete a desvalorização social da carreira docente.

Na formação continuada, as ações oferecidas são frequentemente percebidas como impostas e distantes das necessidades e especificidades dos professores (Caetano, 2013). Essa perspectiva reforça uma visão de formação como mero acúmulo de cursos e treinamentos, com pouco impacto efetivo nas práticas pedagógicas. Diante desse cenário, torna-se urgente a busca por uma formação continuada mais significativa e emancipadora. Nesse contexto, torna-se

fundamental a perspectiva de Paulo Freire (1993) sobre a formação de professores, que valoriza a reflexão crítica e a autonomia docente.

Freire defende a superação do modelo "bancário", em que o professor deposita conhecimentos, e propõe um processo dialógico, problematizador, que estimule a reflexão crítica e a autonomia do educando. Na formação continuada, essa visão se traduz na defesa de uma prática reflexiva, que parte da experiência do professor, de suas dúvidas e inquietações, e que, através da análise crítica e da ação transformadora, leva à construção de novos conhecimentos e à ressignificação de sua prática. Freire (2001) destaca a reflexão como um "pensar sobre o fazer", um movimento dialético entre ação e pensamento, em que a curiosidade, inicialmente ingênua, se transforma em crítica a partir da experiência.

A formação continuada, portanto, deve incentivar a apropriação dos saberes pelos professores, "rumo à autonomia, e levar a uma prática crítico-reflexiva, abrangendo a vida cotidiana da escola e os saberes derivados da experiência docente" (Silva & Araújo, 2004). É preciso ir além da mera transmissão de conteúdos e criar espaços de diálogo, reflexão e ação transformadora. Contudo, apesar da diversidade de abordagens e da defesa de modelos mais reflexivos, a necessidade de articular a formação continuada com as necessidades da escola, dos professores e dos alunos permanece um ponto central (Aalvorado-Prada et al., 2008), especialmente diante de influências externas.

Ações de financiamento da educação, como as promovidas pelo Banco Mundial, embora reconheçam a importância do professor e da aprendizagem, acabam por reforçar o modelo tecnicista, focando na transmissão de técnicas e habilidades (Popova, Evans & Arancibia, 2016; Burns & Luque, 2014), e na avaliação por resultados (Banco Mundial, 2018). Essa visão, criticada por Bastos e Rocha (2017), desconsidera a complexidade da escola, a autonomia docente e a importância da construção coletiva do conhecimento (Charlot, 2007).

2.3 Extensão universitária e seu papel

Ao longo da história, a Extensão Universitária tem desempenhado diferentes papéis e funções no ensino superior. Inicialmente vista como uma atividade complementar aos cursos, com foco na difusão do conhecimento acadêmico e na prestação de serviços à comunidade (Nogueira, 2005; Sousa, 2010), a extensão sofreu transformações significativas ao longo do século XX, impulsionadas pelas mudanças sociais, políticas e econômicas deste período.

Nesse contexto, o conceito de Extensão Universitária se reconfigurou, incorporando a ideia de interação dialógica e transformadora entre a universidade e a sociedade. (Freire, 1997;

Forproex, 1987) A extensão deixa de ser uma via de mão única, na qual a universidade leva conhecimento à comunidade, e passa a ser um espaço de troca de saberes, de construção conjunta de conhecimento e de ação transformadora, com a participação ativa da comunidade.

A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, consagrada pela Constituição Federal de 1988 e reforçada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Brasil, 1996), é fundamental para compreender a extensão como instrumento pedagógico (Botomé, 1996). A experiência extensionista proporciona aos estudantes a oportunidade de aplicar os conhecimentos teóricos em situações reais, desenvolver habilidades e competências, ampliar a visão crítica sobre a realidade social e fortalecer o compromisso com a transformação social. (Calipo, 2009; Jenize, 2004; Santos *et al.*, 2013)

A Extensão Universitária, portanto, assume um papel fundamental na formação integral dos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento de sua cidadania, responsabilidade social e consciência crítica, além de fortalecer o vínculo entre a universidade e a sociedade.

3 ESTADO DA ARTE

3.1 Origem da Terra

A história da Terra, desde sua gênese até o planeta dinâmico que conhecemos hoje, é uma narrativa fascinante que entrelaça Astronomia, Geologia e Física. A teoria dominante, a acreção planetesimal, descreve a formação da Terra a partir da nebulosa solar, um disco de gás e poeira que orbitava o proto-Sol (Wetherill, 1990; Cordani & Picazzio, 2007).

O processo se inicia com a condensação da nebulosa, onde partículas de poeira e gás, sob influência da gravidade, colidem e se aglutinam, formando corpos cada vez maiores. Esses corpos, denominados planetesimais, com dimensões de quilômetros, continuam a se agregar, formando os protoplanetas (Cordani & Picazzio, 2007). Simulações numéricas sugerem que, em cerca de 100 milhões de anos, 98% do material que compõe a Terra já estava acumulado (Wetherill, 1990).

A diferenciação geoquímica da Terra ocorreu em seus primórdios, impulsionada pelo calor gerado pelo impacto dos planetesimais e pelo decaimento radioativo. O material, em grande parte fundido, se organizou de acordo com suas densidades e afinidades químicas, resultando na formação do núcleo metálico, composto principalmente de ferro e níquel, e do manto silicático (Cordani & Picazzio, 2007).

A datação radiométrica de meteoritos e rochas terrestres, como dos zircões de Jack Hills, fornece informações cruciais sobre a cronologia da formação da Terra e dos seus primeiros oceanos (Wilde *et al.*, 2001). A Terra primitiva, com uma atmosfera rica em CO₂ e metano, passou por um longo processo de resfriamento e transformação, moldando a superfície e a atmosfera que conhecemos hoje (Cordani & Picazzio, 2007).

3.2 Tectônica de Placas

A teoria da Tectônica de Placas revolucionou as Geociências, fornecendo um arcabouço unificado para a compreensão da dinâmica da Terra, similar à revolução que a Seleção Natural causou nas Biociências. Essa teoria, consolidada no final da década de 1960, explica a movimentação das placas litosféricas, impulsionadas pela convecção do manto e pela força da gravidade (Jordan, 1979; Tassinari, Marins & Neto, 2007).

A gênese dessa ideia revolucionária remonta ao início do século XX, com a observação do encaixe entre as costas da América do Sul e da África, sugerindo uma possível união no passado. Alfred Wegener, cientista alemão, reuniu evidências geológicas, paleontológicas e geofísicas, propondo a Deriva Continental, a precursora da Tectônica de Placas. Embora

inicialmente rejeitada, a ideia de Wegener ganhou força na década de 1950 com o mapeamento do fundo oceânico, revelando as cadeias meso-oceânicas e o padrão simétrico de anomalias magnéticas (Vine & Matthews, 1963; Tassinari; Marins; Neto, 2007).

A Terra é composta por placas litosféricas, com espessuras variáveis, que se movem sobre a astenosfera, a camada dúctil do manto superior. Os limites entre as placas são marcados por intensa atividade geológica, como vulcanismo, terremotos e formação de montanhas. Existem três tipos principais de limites: divergentes, onde as placas se afastam; convergentes, onde colidem; e transformantes, onde deslizam lateralmente (Jordan, 1979; Tassinari; Marins; Neto, 2007).

A subducção, o processo no qual uma placa mergulha sob a outra em limites convergentes, é fundamental para a reciclagem da crosta oceânica e a formação de arcos magmáticos. A colisão entre placas continentais gera cadeias montanhosas, como o Himalaia, enquanto a colisão entre placas oceânicas forma arcos de ilhas vulcânicas (Tassinari; Marins; Neto, 2007).

A Tectônica de Placas explica não apenas a formação de continentes e oceanos, mas também a distribuição de terremotos e vulcões, a ocorrência de tsunamis e a formação de recursos minerais. O estudo da tectônica global nos permite reconstruir a história da Terra, revelando a dança dos continentes ao longo de bilhões de anos e fornecendo uma visão holística da dinâmica do nosso planeta (Tassinari; Marins; Neto, 2007).

3.3 Minerais e Rochas

Os minerais e as rochas são os alicerces do nosso planeta, guardando em si a história da Terra desde seus primórdios. Sua utilização pelo homem remonta aos primórdios da civilização, inicialmente de forma empírica, como pigmentos para pinturas rupestres, materiais para construção e ferramentas, e posteriormente com o desenvolvimento da metalurgia e da exploração mineral (Cordani & Picazzio, 2007).

Os minerais são sólidos homogêneos, com composição química definida, formados por processos naturais inorgânicos. Seus átomos se organizam em um arranjo tridimensional ordenado, a estrutura cristalina, que confere a cada mineral propriedades físicas e químicas únicas, como dureza, clivagem e brilho (Klein; Dutrow, 2008). Exemplos de minerais incluem o quartzo (SiO_2), a pirita (FeS_2) e a calcita (CaCO_3). A composição química dos minerais pode variar dentro de certos limites, originando variedades de uma mesma espécie, como no caso dos feldspatos, que podem ter composições entre albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) e anortita ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) (Klein & Dutrow, 2008).

As rochas são agregados de um ou mais minerais, formadas por diferentes processos geológicos. Elas se dividem em três grandes grupos: ígneas, sedimentares e metamórficas. As rochas ígneas se formam a partir do resfriamento e cristalização do magma, como o granito e o basalto. As rochas sedimentares se originam da deposição e consolidação de sedimentos, como o arenito e o calcário. As rochas metamórficas resultam da transformação de rochas preexistentes sob altas pressões e temperaturas, como o mármore e o gnaiss (Press *et al.*, 2006).

3.4 Conceitos Básicos de Vulcanologia

A Vulcanologia refere-se ao ramo da Geologia que se dedica ao estudo dos vulcões. Essa área tem demonstrado um avanço significativo nas últimas décadas, impulsionado pelo interesse em desvendar os processos magmáticos, monitorar vulcões ativos e mitigar os riscos associados a erupções (Nunes, 2002; López-Ruiz & Cebriá, 2015).

3.4.1 Tipos de erupção

As erupções vulcânicas são eventos que liberam magma, gases e materiais piroclásticos e podem ser classificadas de acordo com diversos parâmetros. Dessa forma, alguns dos fatores que determinam a natureza da erupção relacionam-se com a presença ou ausência de água exterior ao magma e com o tipo de conduta emissora, além da magnitude da erupção (Nunes, 2002).

Erupções subaéreas ocorrem sem interação com água e podem ser efusivas, com emissão de lava relativamente calma, ou explosivas, com liberação violenta de gases e material piroclástico (Nunes, 2002). Já as erupções hidrovulcânicas envolvem a interação explosiva entre magma e água. Elas podem ser hidromagmáticas/freatomagmáticas, quando há interação direta entre magma/lava e água; freáticas, quando resultam da vaporização explosiva de água subterrânea aquecida; ou subglaciais, ocorrendo sob geleiras ou calotas glaciais (Nunes, 2002).

A classificação de George Walker (1973) define oito estilos eruptivos distintos, com base na explosividade, volume de material ejetado e altura da coluna eruptiva (Nunes, 2002). Entre eles, destacam-se o estilo havaiano, efusivo com emissão de lava basáltica fluida; o estromboliano, moderadamente explosivo com erupções discretas; o vulcaniano, explosivo com grande liberação de gases; o subpliniano/vesuviano, com colunas eruptivas que atingem a estratosfera; o pliniano, extremamente explosivo com grande dispersão de tefra; o ultraplíniano, similar ao pliniano, mas com maior magnitude; o surtseiano, hidrovulcânico similar ao estromboliano; e o freatoplíniano, hidrovulcânico similar ao pliniano, com grande dispersão de cinzas finas.

3.4.2 Morfologia dos Vulcões

A morfologia dos vulcões é influenciada pelo tipo de erupção e pela composição do magma (Nunes, 2002). Vulcões em escudo, formados por erupções efusivas de lava basáltica fluida, apresentam flancos suaves e amplas bases. Estratovulcões, por outro lado, são formados por erupções explosivas, com camadas alternadas de lava e material piroclástico, resultando em cones íngremes. Cones de escória, formados por erupções estrombolianas, se caracterizam pelo acúmulo de fragmentos de escória em torno da cratera. Domos vulcânicos, por sua vez, são formados por extrusão de lava viscosa, que se acumula em torno da abertura vulcânica. As caldeiras, grandes depressões circulares, são formadas pelo colapso da câmara magmática após grandes erupções explosivas (Nunes, 2002).

3.4.3 Produtos Vulcânicos

Os produtos vulcânicos são caracterizados por materiais gerados durante as erupções, também são classificados de acordo com suas características. As rochas vulcânicas, por exemplo, são formadas pelo resfriamento e solidificação do magma e variam em composição desde as ácidas, ricas em sílica, como o riolito, até as básicas, como o basalto (López-Ruiz & Cebriá, 2015). Os piroclastos são fragmentos de rocha ejetados durante as erupções e se dividem em: piroclastos de queda, como cinzas, lapilli e bombas, que caem por gravidade; e piroclastos de fluxo, como as escoadas pirocásticas e as nuvens ardentes, que se movem como fluidos densos e quentes (Nunes, 2002).

O vulcanismo está intrinsecamente ligado à tectônica de placas, concentrando-se em zonas de divergência, convergência e em pontos quentes (Szabó *et al.*, 2015). As dorsais meso-oceânicas, localizadas em limites divergentes, são os locais de maior atividade vulcânica, com a formação de nova crosta oceânica. Em zonas de subducção, a colisão entre placas gera vulcanismo em arcos de ilhas e margens continentais. Os pontos quentes, por sua vez, originam ilhas vulcânicas como o Havaí, independentemente dos limites das placas (Szabó *et al.*, 2015).

3.5 Vulcões e Sociedade

A relação entre vulcões e a humanidade é complexa e multifacetada, marcada por uma interação constante entre fascínio, medo e adaptação. Desde os primórdios da civilização, os vulcões têm sido fonte de admiração e temor, inspirando mitos, lendas e rituais religiosos (Cashman; Giordano, 2008). A capacidade destrutiva das erupções, com suas lavas incandescentes, fluxos piroclásticos velozes e tsunamis devastadores, contrasta com a

fertilidade dos solos vulcânicos e a riqueza de recursos minerais que atraem populações para áreas de risco (Sheets, 2015).

A erupção do Vesúvio em 79 d.C., que soterrou Pompeia e Herculano, e a erupção do vulcão Thera (Santorini) em 1600 a.C., que devastou a civilização Minoica, são exemplos emblemáticos do impacto de grandes erupções na sociedade (Chester, 2005). Eventos vulcânicos também podem ter impactos globais, como a erupção do Tambora em 1815, que causou um "ano sem verão" no hemisfério norte, com consequências socioeconômicas devastadoras (Oppenheimer, 2011).

3.6 Geotecnologias

As geotecnologias, um conjunto de tecnologias que engloba sensoriamento remoto, cartografia digital, sistemas de informações geográficas (SIGs) e geoestatística, têm se tornado cada vez mais importantes para o monitoramento e gestão dos recursos naturais, a prevenção de riscos e a busca por um desenvolvimento sustentável (Bitar; Iyomasa; Cabral Jr., 2000; Rosa, 2005).

O sensoriamento remoto, por meio de sensores orbitais e aeroportados, fornece dados sobre a superfície terrestre, permitindo a atualização de mapas, o monitoramento de desastres naturais e a gestão de recursos hídricos e minerais (Rosa, 2005). A evolução tecnológica dos sensores, com o aumento da resolução espacial e espectral, tem ampliado as possibilidades de aplicação em diversas áreas, como geologia, agronomia e meio ambiente (Rosa, 2005; Souza Filho; Crósta, 2003).

No que tange os SIGs, o sistema integra dados espaciais e alfanuméricos, permitindo a análise e modelagem de fenômenos geográficos. Softwares como o ArcView, MapInfo e SPRING são utilizados para diversas finalidades, como planejamento urbano, gestão de recursos naturais e análise de riscos (Rosa, 2005). A geoestatística, por sua vez, utiliza métodos estatísticos para analisar e modelar a variabilidade espacial de dados geológicos, contribuindo para a prospecção mineral, a gestão de recursos hídricos e a avaliação de riscos (Souza Filho; Crósta, 2003).

4 OBJETIVOS

4.1 *Objetivo Geral*

Analisar o curso de extensão “Propostas didáticas no ensino das Geociências: Caminhos através da Vulcanologia”, investigando tanto o impacto das metodologias apresentadas na prática docente dos professores participantes a curto e médio prazo, quanto os desafios e resultados percebidos pelos extensionistas durante o planejamento e execução do curso.

4.2 *Objetivos Específicos*

- Descrever a estrutura e o funcionamento do curso de extensão, destacando a abordagem teórico-prática e os recursos didáticos utilizados.
- Avaliar a percepção dos participantes sobre a efetividade do curso para a compreensão de conceitos básicos de Geologia e Vulcanologia e para o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas.
- Analisar o impacto do curso na prática pedagógica dos professores participantes a curto e médio prazo.
- Analisar o impacto do planejamento e execução do curso para os extensionistas participantes.

5 METODOLOGIA

O curso de extensão universitária, intitulado “Propostas Didáticas no Ensino das Geociências: Caminhos Através da Vulcanologia”, foi uma iniciativa organizada pelo projeto de divulgação científica "Vulcões e Viagens", vinculado ao Departamento de Geologia (DGEO) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A equipe executora do curso contou com a participação de dois docentes vinculados ao DGEO, sendo estes o coordenador e a vice-coordenadora, além de estudantes de graduação dos cursos de Geologia e Geografia da UFPE. A metodologia aplicada pelo projeto foi composta por quatro etapas: planejamento, organização, execução e avaliação.

A etapa inicial de planejamento do curso, consistiu na realização de reuniões com a participação dos extensionistas e coordenadores, objetivando o desenvolvimento colaborativo do programa do curso. Durante este processo, foram definidas as atividades a serem implementadas, incluindo a capacitação técnica dos estudantes pelos coordenadores para a condução do curso, bem como a elaboração da lista de materiais necessários para a criação dos recursos didáticos. Além disso, foi estabelecido o público-alvo, composto por professores da rede de educação básica e estudantes de graduação em cursos de Licenciatura. As vagas para o curso foram restritas a 15 participantes por edição, com a intenção de maximizar a interação e a eficácia do aprendizado.

Os eixos temáticos explorados ao longo do curso incluíram: origem da Terra, tectônica de placas, minerais e rochas, conceitos da Vulcanologia, vulcanismo no Brasil, vulcanismo espacial, vulcões e sociedade, benefícios do vulcanismo, curiosidades e fake news vulcânicas e novas metodologias de ensino. Estes temas seguiram uma sequência didática de aprendizado dos conceitos de Geociências, em que a equipe executora se preocupou em adequar o conhecimento geológico e vulcanológico para um público diversificado que participou do curso.

A etapa de organização do curso foi dedicada à produção de materiais didáticos para facilitar o desenvolvimento das atividades teóricas e práticas. Para as atividades teóricas, os extensionistas utilizaram a plataforma Canva para elaborar slides expositivos, abordando os conteúdos previamente planejados. Esses slides foram apresentados com o auxílio de notebooks e projetores multimídia, otimizando a transmissão das informações.

Para o componente prático do curso, a plataforma Canva também foi amplamente utilizada para a criação de banners explicativos e layouts criativos de jogos didáticos, como cartas de quebra-cabeça e peças de dominó. Além disso, foram incorporados materiais de

papelaria, como tesouras, cola, cartolina, papel sulfite A4, bolas de isopor, palitos de madeira, tinta guache e massa de modelar de acetato-vinilo de etileno (EVA). Esses recursos foram empregados na confecção de materiais didáticos, em atividades práticas colaborativas que envolveram tanto os extensionistas quanto os participantes do curso.

Adicionalmente, utilizou-se um microscópio para a visualização de lâminas delgadas de rochas vulcânicas, bem como óculos de realidade virtual do tipo cardboard para simulações e ambientações. O composto químico dicromato de amônio também foi manuseado, pois, ao entrar em combustão, simula a erupção de um vulcão. Para além disso, materiais preexistentes, como amostras de minerais, rochas, produtos vulcânicos, maquetes e jogos didáticos do acervo do projeto "Vulcões e Viagens", foram incorporados às atividades práticas do curso (Silva *et al.*, 2022).

A terceira etapa consistiu na execução do curso, que foi desenvolvido em duas edições, realizadas entre os meses de agosto e novembro de 2022 de forma presencial na Coordenadoria de Ensino de Ciências do Nordeste (CECINE), na UFPE. As edições dispuseram de quatro módulos, sendo igualmente divididos entre teoria e prática, totalizando carga horária de 20 horas por curso. O conteúdo foi ministrado por extensionistas da equipe executora, previamente capacitados pelos docentes coordenadores.

Após a conclusão de cada edição, foi aplicado um formulário avaliativo aos participantes, com o objetivo de coletar informações sobre a experiência individual de cada um no curso, bem como sua percepção acerca do impacto nas práticas didáticas e na aprendizagem de conceitos. Decorrido um ano desde a realização do curso, um segundo formulário foi enviado aos participantes para que pudessem avaliar os impactos do curso a médio prazo. Todos os formulários foram veiculados através da plataforma *Google Forms*.

O primeiro formulário de devolutiva dos professores, ao final do curso, consiste nas seguintes questões: (1) Sobre os conteúdos teóricos do curso, comente o que mais chamou sua atenção; (2) Sobre os conteúdos práticos do curso, comente o que mais chamou sua atenção.

O segundo formulário, aplicado um ano após a conclusão do curso, possuía as seguintes questões: (1) Nível de ensino em que atua?; (2) Você utilizou algum dos recursos ou temáticas aprendidos no curso em suas aulas? Se sim, quais?; (3) Com que frequência você participa de formações continuadas de maneira não obrigatória? O que difere das obrigatórias?.

Por fim, a coordenação desenvolveu um formulário de apreciação para que extensionistas explicitassem suas vivências com o desenvolvimento do curso e da atividade de divulgação científica. O formulário de devolutiva dos extensionistas consistia com os seguintes

questionamentos: (1) Descreva o que você aprendeu durante as fases de planejamento, execução e avaliação do curso proposto; (2) Descreva as dificuldades encontradas durante o processo.

6 RESULTADOS

Os resultados apresentados neste trabalho são produto da aplicação das aulas teóricas e oficinas práticas desenvolvidas no curso, sendo subdivididos nos seguintes pontos: (6.1) Atividades teóricas e (6.2) Atividades práticas.

6.1 Atividades teóricas

Ao início do curso, no primeiro módulo, os participantes foram apresentados às principais teorias sobre a formação do universo, da Terra e sua estrutura interna (Figura 1A), desde o Big Bang até a gênese do nosso planeta. Outros conceitos fundamentais também foram introduzidos, como a teoria da deriva continental, em que explica o movimento dos continentes ao longo do tempo, além dos diferentes tipos de limites entre placas tectônicas e a atividade vulcânica associada a esses fenômenos.

O primeiro módulo incluiu também uma abordagem sobre mineralogia (Figura 1B), com foco na caracterização de rochas e minerais. Os participantes aprenderam sobre a presença desses elementos no dia a dia e suas propriedades físicas, essenciais para identificação e classificação. Esse conhecimento amplia a compreensão da importância dos minerais e rochas em contextos naturais e industriais, enriquecendo a visão sobre o estudo geológico.

Posteriormente, a Vulcanologia, tema central do curso, foi explorada sob os aspectos científico, didático e social durante o segundo módulo. Dessa forma, o conteúdo abrangeu desde a gênese dos vulcões até a sua relevância no contexto educacional e o impacto na história da humanidade.

Seguindo a sequência, explorou-se o vulcanismo no Brasil com exemplos geograficamente próximos a Pernambuco, com foco nas atividades vulcânicas em Fernando de Noronha (Figura 1C) e o vulcanismo em Cabo de Santo Agostinho, Ipojuca e Sirinhaém. Também foram abordados outros exemplos, como as Cataratas do Iguaçu e sua formação basáltica, bem como um antigo supervulcão na Amazônia, que despertaram a curiosidade sobre a história geológica no território brasileiro.

A parte teórica também abordou o vulcanismo espacial (Figura 1D), com a caracterização geológica e os processos vulcânicos em Marte e nas luas de Júpiter e Saturno, destacando as implicações científicas e tecnológicas. A relação entre o vulcanismo extraterrestre e as missões espaciais, e as perspectivas futuras, como a mineração em asteroides, também foram discutidas, expandindo os horizontes da obtenção de recursos e da compreensão geológica para além da Terra.

O terceiro módulo do curso investigou a complexa relação entre vulcões e a sociedade, abordando desde a influência cultural presente em mitos e lendas até os riscos e benefícios dessa interação. O módulo explorou como o vulcanismo, além de inspirar a cultura humana, oferece benefícios como o uso de rochas vulcânicas na construção civil, a fertilidade dos solos vulcânicos (Figura 1D) e o atrativo turístico que paisagens vulcânicas representam.

Este módulo tratou também dos riscos característicos à convivência com vulcões, destacando a capacidade destrutiva das erupções e seus impactos em comunidades, infraestrutura e economia, usando eventos recentes como a erupção do vulcão Cumbre Vieja, nas Ilhas Canárias. A importância de sistemas de monitoramento, alerta e planos de evacuação eficientes foram enfatizados como medidas cruciais para mitigar riscos e proteger as populações vulneráveis.

Em seu quarto módulo, o curso tratou das Geotecnologias, tema de interesse num mundo onde satélites e GPS se tornaram ferramentas essenciais. Os participantes puderam explorar a ampla integração dessas tecnologias em nosso cotidiano, desde os sistemas de localização presentes em todos os telefones móveis até aplicações mais complexas, como o monitoramento de áreas de risco vulcânico em tempo real. A aplicação das geotecnologias nos ramos ambiental e urbanístico também foi explorada, demonstrando seu potencial para análise de dados, planejamento urbano sustentável e gestão eficiente de recursos naturais.

Posteriormente, o curso aprofundou a relevância do desenvolvimento do senso crítico, especialmente em um contexto de grande fluxo de informações. Os participantes foram estimulados a identificar notícias falsas relacionadas a eventos vulcânicos amplamente divulgados pela mídia. Analisaram tanto o conteúdo sensacionalista quanto os elementos que indicavam falta de credibilidade. Entre esses elementos, destacaram-se a ausência de fontes científicas confiáveis e o uso de linguagem alarmista. Além disso, aprenderam a verificar a procedência das informações, utilizando bancos de dados científicos, artigos revisados por pares e publicações especializadas em Geociências.

Novas possibilidades de ensino também foram incorporadas ao módulo através do uso de plataformas digitais populares utilizadas como recursos para a educação em Geociências. Ferramentas, como *YouTube*, *TikTok*, *Instagram* e *blogs*, foram demonstradas como meios eficazes para criar um aprendizado mais dinâmico e interativo, utilizando vídeos curtos, posts visuais e artigos acessíveis.

Ao utilizar essas plataformas, o conteúdo geocientífico pode ser disseminado de forma mais ampla e atrativa, chegando a um público diversificado fora do ambiente formal de sala de

aula. Jovens e adultos, familiarizados com essas mídias no dia a dia, veem nessas plataformas uma maneira mais acessível de aprender, com linguagem simplificada e visuais envolventes que tornam os temas complexos mais compreensíveis.

Além disso, o uso dessas plataformas oferece a possibilidade de criar conteúdos virais ou de fácil compartilhamento, ampliando o alcance da divulgação científica. Com isso, busca-se despertar a curiosidade e o interesse por temas como vulcanismo, aproximando a ciência do cotidiano e incentivando a busca por mais conhecimento de maneira autônoma e contínua.



Figura 1. Capturas de momento de aula teórica: A – Extensionistas ministrando aulas sobre o eixo da Estrutura Interna do Planeta; B - Extensionista durante aula teórica, no eixo temático Mineralogia; C- Extensionista ministrando aula no eixo de Vulcanismo no Brasil; D – Extensionista fornecendo exemplos de plantios que ocorrem em áreas com solo vulcânico.

6.2 Atividades Práticas

Além dos momentos teóricos previamente descritos, o curso incluiu atividades práticas e a utilização de diversos recursos didáticos. Essas atividades ocorreram no Laboratório de Geociências na CECINE, logo após as aulas teóricas. Assim, os alunos alternavam-se entre as atividades teóricas e práticas referentes a cada eixo temático abordado.

Dessa forma, utilizou-se maquetes elaboradas pelos extensionistas para elucidar o processo de formação da Terra e a Teoria da Tectônica de Placas, (Figura 2), conforme descrito por Silva, Alves & Barreto (2023). A maquete representativa do sistema solar serviu como base para a explicação da formação dos planetas e a relação de suas características com a posição

que ocupam em relação ao sol (Figura 2A). Mais adiante, a maquete de subducção, representando o encontro convergente entre uma placa oceânica e uma continental, possibilitou a demonstração dos movimentos tectônicos, ilustrando de forma prática como esses movimentos dão origem a cadeias montanhosas, vulcões e outras formações geológicas (Figura 2B).



Figura 2. Maquetes utilizadas no curso: A - Maquete representativa do Sistema Solar; B - Maquete de Subducção.

Na parte prática do eixo sobre minerais, disponibilizou-se amostras de minerais aos participantes, incluindo gemas do acervo da CECINE. O objetivo foi proporcionar uma experiência tátil e próxima com os minerais, permitindo que cada um pudesse manuseá-los e identificar as propriedades de perto. Adicionalmente, os participantes também aprenderam a construir origamis de minerais, sendo que nesta atividade o origami simulava a estrutura molecular desses elementos, facilitando a compreensão da sua organização interna.

O curso também apresentou jogos didáticos com temática vulcânica, visando promover um aprendizado mais interativo e despertar a criatividade para adaptarem outros jogos em sala de aula. Dentre eles, destacam-se o jogo da memória, o qual estimula a retenção de informações sobre vulcões. Além disso, aplicou-se um jogo de cartas intitulado "Quem sou eu?" e um jogo de tabuleiro "Se joga no vulcão" (Figura 3A; 3I) (Silva *et al.*, 2022). Nestes jogos, os participantes testam seus conhecimentos ao responder perguntas, até alcançarem a

vitória. Essa abordagem busca tornar o aprendizado mais participativo, trazendo a temática de forma dinâmica.

Com o intuito de ampliar a perspectiva sobre o tema, o curso também abordou o vulcanismo espacial. Um banner temático (Figura 3B) ilustrou a discussão sobre exemplos como o Monte Olimpo em Marte e as perspectivas da mineração em asteroides. Essa abordagem permitiu conectar a vulcanologia à exploração espacial, evidenciando as aplicações multidisciplinares do conhecimento geológico. A temática espacial foi complementada pelo uso de luminárias em formato de lua, produzidas pelos extensionistas (Figura 3C), que auxiliaram na representação visual de corpos celestes durante as explicações.

Posteriormente, realizou-se uma demonstração utilizando a combustão do composto dicromato de amônio com o objetivo de simular uma erupção vulcânica de tipologia explosiva. A reação, iniciada ao atear fogo no composto, (Figura 3D; 3E), produziu um efeito visual que simulou a explosão e o fluxo piroclástico característicos deste tipo de erupção, levando a uma experiência didática rica e imersiva.

Os participantes tiveram a oportunidade de utilizar um microscópio a fim de aprofundar a análise das amostras minerais (Figura 3F). Essa atividade permitiu a visualização detalhada dos minerais, revelando aspectos imperceptíveis a olho nu. O contato direto com o equipamento também proporcionou uma experiência prática com um instrumento fundamental em estudos geológicos.

O curso apresentou um banner temático sobre vulcanismo no país, visando ampliar a compreensão sobre a história geológica do Brasil (Figura 3G). O objetivo de utilizar esse material didático consistiu em esclarecer os participantes acerca da crença comum de que o Brasil está isento de atividades vulcânicas, e dessa forma, o banner destaca diversos exemplos que demonstram a existência de um passado geologicamente ativo.

Dentre os exemplos explorados, destacam-se: a Ilha de Fernando de Noronha (PE), com formações vulcânicas que remontam a mais de 1 milhão de anos; a Ilha de Santo Aleixo (PE), composta por rochas riolíticas com idades de aproximadamente 100 milhões de anos; o Neck de Ipojuca (PE), um conduto vulcânico exposto pela ação erosiva ao longo do tempo; e os vestígios geológicos do vulcão Uatumã (PA), com idade estimada em 1,89 bilhões de anos, e que é considerado o vulcão mais antigo que se tem registro.

Neste módulo, o curso incorporou o uso de óculos de realidade aumentada (Figura 3H). Essa tecnologia permitiu aos participantes vivenciar cenários vulcânicos em primeira pessoa, explorando mundos virtuais disponibilizados em plataformas como o *Youtube*. Assim,

pela realidade aumentada, os participantes puderam visualizar erupções vulcânicas e fluxos de lava em uma experiência sensorial, que levou a melhor compreensão da magnitude dos eventos vulcânicos.

As maquetes de vulcões em erupção, representando diferentes tipos de vulcanismo, e junto a elas exemplares dos tipos de lava e amostras de rochas vulcânicas, foram usadas para demonstrar os processos vulcânicos, seus diferentes produtos e intensidades (Figura 3J).



Figura 3. Capturas de momento de aula prática: A - Apresentação de jogo lúdico com tema vulcânico; B - Apresentação de banner do tema Geologia Espacial; C- Extensionista utilizando luminárias em forma de corpos celestes para contextualização de tema geologia espacial; D - Preparação de simulação de explosão vulcânica com dicromato de amônio; E - Simulação de explosão vulcânica com dicromato de amônio; F - Uso de microscópio para análise de amostras; G - Apresentação de banner sobre vulcanismo no Brasil; H - Óculos de realidade aumentada sendo utilizado por participante; I - Demonstração de jogo de bingo com temática vulcânica; J - Utilização de maquetes para contextualizar tipos de erupções.

Para consolidar os conhecimentos sobre os riscos vulcânicos, o curso promoveu uma atividade prática imersiva: a simulação de uma emergência vulcânica em uma escola. Os participantes foram divididos em grupos por sorteio, e cada participante interpretou um personagem diferente (Figura 4). Essa dinâmica permitiu aos participantes experienciar, na prática, os desafios e a importância da tomada de decisão em situações de risco, explicitando o que foi explicado na temática de risco vulcânico.

<p>PROFESSOR</p> <p>Seu papel é guiar os alunos durante a evacuação, garantindo a ordem e a segurança de todos.</p>	<p>ALUNO</p> <p>Você irá seguir as instruções do professor durante a evacuação.</p>
<p>ALUNO DESOBEDIENTE</p> <p>Você será um aluno que dificulta a evacuação com birras e desobediência.</p>	<p>ALUNO COM NECESSIDADES ESPECIAIS</p> <p>Você será um aluno que possui alguma dificuldade de locomoção ou outra necessidade especial que exige atenção durante a evacuação</p>

Figura 4. Fichas usadas em sorteio para definição de personagem durante dinâmica de Risco Vulcânico.

Neste módulo, também, foi apresentado um vinho produzido em solos vulcânicos, cuja embalagem destacava sua origem geológica, assim ilustrando um benefício direto do vulcanismo para sociedade (Figura 5A). A apresentação deste vinho possibilitou explicar que a decomposição dos materiais vulcânicos no solo garante a liberação gradual de nutrientes, proporcionando um suprimento constante para as plantas (Wada, 1989). Estes solos também permitem a retenção de nutrientes importantes como cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), tornando-os disponíveis para absorção pelas raízes (Nanzyo *et al.*, 1993).

Também foi realizada uma oficina de construção de vulcões e globos terrestres com materiais simples e de baixo custo. Esta oficina incentivou a criatividade e a capacidade de adaptação dos professores, demonstrando que é possível criar materiais didáticos eficientes com poucos recursos. Para isto foram utilizados materiais comumente encontrados em papelaria, como Etileno Acetato de Vinila (EVA), bolas de isopor (Figura 5B; 5C) cola bastão, tintas variadas e ferramentas como tesoura e estilete.

Adiante, visando a elaboração de vídeos educativos e sua disseminação através das redes sociais e plataformas digitais, foi aplicada a oficina de criação de conteúdo digital, onde os participantes se dividiram em grupos com o objetivo de produzir um vídeo em formato curto assim como os amplamente projetados nas mídias sociais. Os participantes se dispuseram em funções que mais se assemelhavam a suas habilidades, como a produção de roteiro, apresentação de vídeo e montagem de cenário, e criaram um vídeo de maneira colaborativa (Figura 5D).

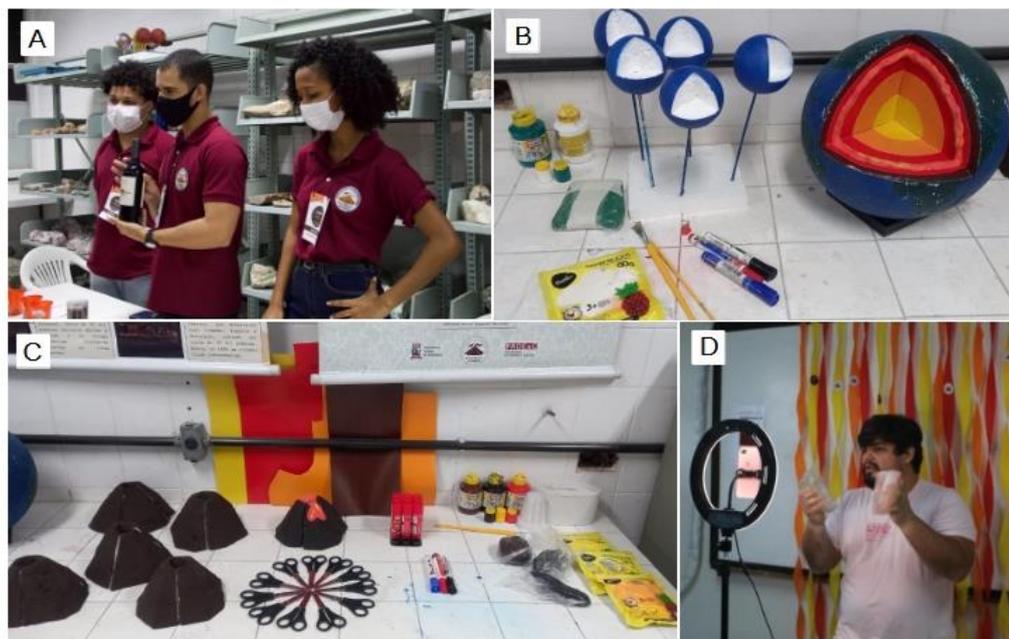


Figura 5. Captura de momentos e materiais utilizados em atividades práticas: A - Apresentação de vinho produzido em solo vulcânico; B - Materiais utilizados para a atividade prática de produção de Globos terrestres; C- Materiais utilizados para a atividade prática de produção de maquetes de Vulcões; D - Professor participante gravando vídeo para redes sociais.

7 DISCUSSÕES

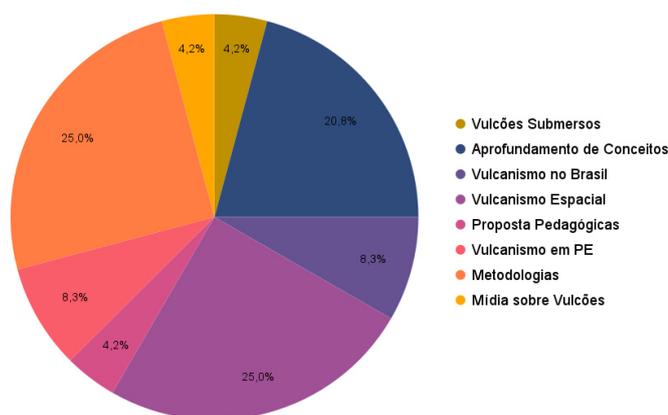
Ao final do curso, os participantes foram convidados a registrar suas impressões em um formulário online. Este formulário incluiu perguntas elaboradas para compreender, em especial, a percepção dos professores participantes sobre o desenvolvimento de seus conhecimentos ao longo do projeto. As respostas coletadas permitiram ampliar discussões sobre a eficácia das abordagens didáticas utilizadas e ajudaram a identificar áreas para melhorias futuras.

7.1 Devolutiva dos professores a curto prazo

Os dados e discussões a seguir são fruto das respostas dos professores obtidas via *Google Formulário*, como previamente estabelecido, sistematizadas em formato de gráfico para melhor leitura, abordagem e compreensão destes dados e possibilitando o destaque das temáticas citadas nas respostas.

Quando perguntados sobre os conteúdos teóricos que mais chamaram atenção, os professores citaram “Metodologias” (25,0%), “Aprofundamento de conceitos” (20,8%) e “Vulcanismo espacial” (20,8%), como mostrado no gráfico 1.

Gráfico 1. Respostas referentes à pergunta “Sobre os conteúdos teóricos do curso, comente o que mais chamou sua atenção”.



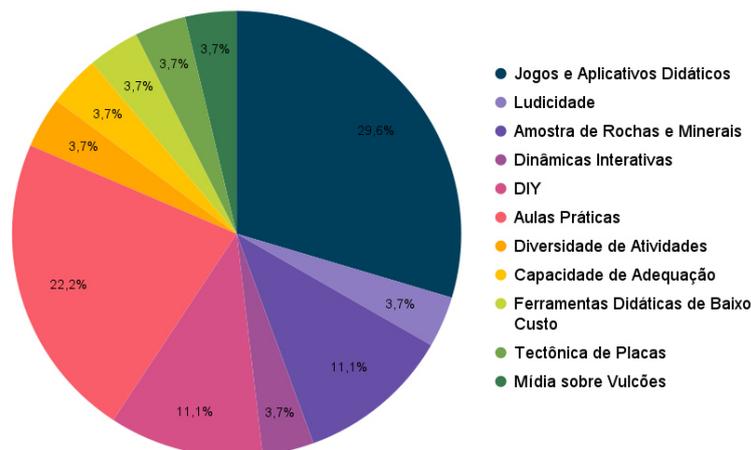
Nas respostas, os professores apontaram que o aprofundamento dos conceitos da vulcanologia foi um dos pontos mais relevantes para eles. Essa percepção se dá pela realidade da educação científica no Brasil. Figueirôa e Lopes (1993) apontam que a difusão de conceitos básicos da ciência e de resultados de pesquisas, assim como os investimentos nessa área, ainda são limitados. Eerola (1994) corrobora essa perspectiva ao analisar os desafios da divulgação e

popularização das Geociências no Brasil. Assim fica evidente a importância de iniciativas que aproximem o conhecimento científico da comunidade.

Os professores afirmaram também que as formas de vulcanismo, como o espacial e vulcanismo no Brasil, foram temas de grande interesse. Essa atenção especial pode ser atribuída à natureza extraordinária dos eventos vulcânicos (Connor e Vacher, 2016). A magnitude desses fenômenos desperta a curiosidade e a necessidade de compreendê-los. Além disso, a aprendizagem informal, como documentários, museus, livros e filmes, contribui para tornar a vulcanologia um tema instigante ao público em geral (Connor e Vacher, 2016).

Na questão seguinte do formulário (gráfico 2), os participantes foram perguntados sobre os conteúdos práticos do curso, considerando “Jogos e Aplicativos Didáticos” (29,6%) como o tópico que mais os chamou a atenção, bem como “Aulas Práticas” (22,2%).

Gráfico 2. Respostas referentes à pergunta “Sobre os conteúdos práticos do curso, comente o que mais chamou sua atenção”.



Cerca de 30% dos participantes indicaram os "Jogos e Aplicativos Didáticos" como o eixo que mais os chamou atenção. Essa preferência demonstra o reconhecimento do potencial dos jogos como recursos pedagógicos eficazes, capazes de tornar o aprendizado mais engajador e significativo (Kishimoto 2014, Smole 2007). Outro tópico que despertou grande interesse foi o uso de "Aulas Práticas". Esta metodologia foi reconhecida por sua capacidade de promover um aprendizado mais profundo e duradouro (Souza *et al.* 2005).

Os professores demonstraram também interesse pelos recursos didáticos apresentados. A variedade de ferramentas, com potencial para transformar a sala de aula em um ambiente mais dinâmico, foi bem recebida. A proposta de colocar o aluno como protagonista na construção do conhecimento, utilizando recursos que despertam o interesse e facilitam a assimilação do conteúdo, alinha-se às perspectivas de Silva e Muniz (2012) sobre metodologias

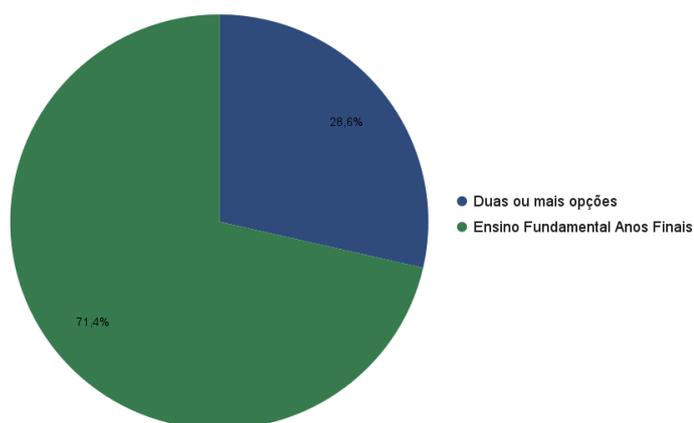
ativas de aprendizagem. A expectativa é que os professores disseminem as práticas aprendidas durante o curso e promovam uma aprendizagem mais significativa.

7.2. Devolutiva dos professores após 1 ano

Os gráficos a seguir são representações das respostas obtidas via Google Formulário, enviado aos professores participantes do curso, 1 ano após sua conclusão. Esse formulário buscou mensurar o impacto do curso na prática docente durante o ano letivo vigente.

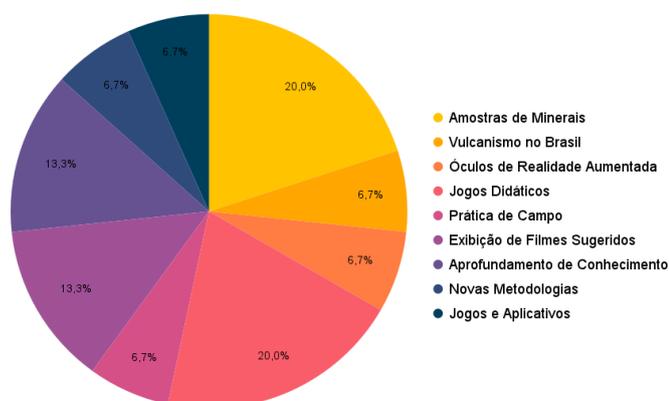
Inicialmente foi perguntado em que nível de ensino o participante atua, a maioria dos professores afirmou lecionar apenas nos anos finais do Ensino Fundamental (71,4%) e 28,6% afirmam que atuam em mais de um nível de ensino (Gráfico 3), considerando que a pesquisa ofereceu opções como "Ensino Fundamental Anos Iniciais", "Ensino Fundamental Anos Finais", "Ensino Médio", assim como a opção "Não estou atuando como professor(a) no momento".

Gráfico 3. Respostas referentes à pergunta “Nível de ensino em que atua”.



Na pergunta seguinte, os professores pontuaram sobre o uso dos recursos didáticos e temáticas aprendidos durante o curso, quando aplicados em suas aulas. Grande parte afirmou que utilizou em sala “Amostras de Minerais” (20,0%) e “Jogos Didáticos” (20,0%). Além disso, “Aprofundamento Didático” (13,3%) e “Exibição de Filmes Sugeridos” (13,3%) foram tópicos também expressivos, como exposto no gráfico 4.

Gráfico 4. Respostas referentes à pergunta “Você utilizou algum dos recursos ou temáticas aprendidos no curso em suas aulas? Se sim, quais? Se não, por que não?”.



Constata-se que a maioria dos professores participantes buscou utilizar recursos didáticos de fácil elaboração, baseados em materiais de baixo custo ou ferramentas digitais gratuitas, como aplicativos. Essa postura defende que a criação de recursos seja adaptados à realidade de cada contexto escolar (Ferreira, 1982; Violin, 1985). A utilização de materiais acessíveis e a exploração de novas metodologias, destaca o potencial de experiências pedagógicas com baixo custo para promover um ensino-aprendizagem prazeroso e eficaz, respeitando o contexto local da escola (Do Rosário, 2019).

Outro ponto que os professores levaram para suas aulas foi o aprofundamento de conhecimentos sobre Geociências. Essa constatação reforça a importância da extensão universitária como ponte entre a universidade e a educação básica, proporcionando a troca de experiências e a formação continuada de professores (Carneiro; Barbosa e Piranha, 2007). A interação entre professores do ensino básico e universitários em formação contribui para a atualização do conteúdo ensinado nas escolas e para a construção de um ensino de ciências mais dinâmico e conectado com as pesquisas e avanços científicos.

Na questão seguinte, os professores foram questionados sobre “frequência em que participam de formações continuadas e a diferença entre essas e as formações obrigatórias”. As respostas foram variadas, alternando entre participação sempre que possível e participação apenas em formações pontuais (Tabela 1).

Tabela 1. Respostas referentes à terceira pergunta do formulário de devolutiva dos docentes após 1 ano da conclusão do curso.

Com que frequência você participa de formações continuadas de maneira não obrigatória? O que difere das obrigatórias?
“Sempre que possível”

“Frequento pouco, falta de recursos.”

“Não participo. As escolas em que atuo não realizam formação continuada. Gostaria de enfatizar que o Vulcões e Viagens foi uma experiência ímpar na minha, ainda curta, trajetória profissional. Encheu meu repertório de ideias e inovações para sala de aula. Agradeço demais a esse projeto e a todos envolvidos e torço por mais iniciativas como essa.”

“Até o ano passado vinha participando bastante dos cursos da CECINE. Atualmente estou mais voltado às formações obrigatórias e outras lançadas pela Gerência de Ensino Recife Sul (Gov-PE).”

“As obrigatórias são mensais e com abordagens geralmente muito amplas e não abordam temas tão específicos. Às vezes quando há os temas específicos são abordados de forma de discussão sem práticas, e sem materiais de apoio sem dinamismo, ao contrário das não obrigatórias muito mais enriquecidas metodologicamente.”

“Não tenho uma frequência definida, procuro me atualizar sempre que possível, mas a falta de tempo é um grande e me atrapalhou, devido a grande carga horária em escolas, além da carga de confecção e resolução de provas. A diferença entre formação obrigatória e não obrigatória se dá, pois, quando escolho uma formação por vontade própria, posso ir para a temática que mais me interessa, como é o caso da Vulcanologia.”

“Participo sempre no período de férias para ampliar minha atuação no mercado de trabalho”.

Dentre os diversos aspectos positivos que foram mencionados, destacam-se as respostas que avaliam o curso de formação continuada como uma experiência única em meio às formações já participadas. Os participantes ressaltam o amplo repertório metodológico, as atividades práticas e principalmente o enfoque na área das Geociências que, segundo eles, não é abordado com a mesma especificidade nas formações obrigatórias.

Estas respostas demonstraram como a extensão universitária toma um importante papel ao contribuir como espaço de formação continuada para os docentes em serviço. A experiência do curso trouxe a possibilidade de revisitar conceitos previamente assimilados na graduação, ou até mesmo possibilitando o primeiro contato com determinados conceitos e metodologias (Paz *et al.*, 2019).

7.3. Devolutiva dos extensionistas

A seguir estão dispostas, em forma de tabela, as respostas dos extensionistas, recebidas via Google Formulário. Na primeira pergunta, foi solicitado que os extensionistas relatassem o que aprenderam nas fases de planejamento, execução e avaliação do curso (Tabela 2).

Tabela 2. Respostas referentes à primeira pergunta do formulário aplicado aos extensionistas.

Descreva o que você aprendeu durante as fases de planejamento, execução e avaliação do curso proposto:
“Trabalho em equipe nas construções de materiais para o curso, manuseio em novas funções e absorção dos assuntos de Vulcanologia”.
“Além de aprimorar os conhecimentos sobre o tema que apresentei, pude expandir minhas perspectivas acerca do desenvolvimento da didática em sala de aula, o que possibilitou trabalhar mais a minha criatividade para propor atividades diversas.”
“Melhoria na didática, planejamento de atividades e aprimoramento na construção de recursos didáticos”.
“Todo o processo foi construtivo como o todo, mas relatando por etapas, a fase de planejamento é o ponto chave para o curso, já que estamos planejando a parte teórica e prática para a aplicabilidade, criando materiais visuais(formulários, slide, informativos), eletrônicos(jogos e softwares) e analógicos(jogos populares, manuais e maquetes). Já a parte de execução colocamos em prática com o nosso público, com a apresentação das temáticas, e a parte de criação das atividades práticas. A avaliação do curso, é uma das partes primordiais e prazerosas, que através dela vimos em que erramos, em que devemos melhorar e os elogios do nosso público. Resumindo, o que realmente aprendemos? Seria uma das mais difíceis perguntas, mas em todas as etapas, eu aprendi ter essa experiência de ser o " professor (a)" que está qualificado outro professor, melhor falando compartilhando conhecimentos com eles, ajudar a ele ampliar e de certa forma atualizar as metodologias de ensino, e ver o que planejamos dar certo.”
“Aprendi a criar jogos, trabalhar em equipe, fazer maquetes”.
“Foi possível adquirir habilidades em relação ao processo criativo de atividades didáticas analógicas e digitais de forma lúdica e acessível, aperfeiçoar a comunicação entre docentes, e avaliar quais as melhores metodologias e segmentos que seriam tomados ao longo de todo o curso.”
“Aprendi a ter um cuidado maior na forma em como o assunto é aplicado, principalmente pelo público ser voltado a professores e por eles entenderem de maneira fácil para ser abordado em sala de aula.”
“Aprendi a trabalhar em equipe, melhorei minha oratória, meu relacionamento interpessoal, aprendi a me adaptar a "vibe" do público rapidamente, que não conhecíamos e não tivemos tanto tempo de conhecer, inclusive, vibe, que mudava a cada fim de semana.”
“Além de aprofundar meus conhecimentos acerca dos conteúdos trabalhados, poder entender melhor o planejamento desse tipo de evento, também pude desenvolver melhor a prática pedagógica”
“Planejamento: Durante essa etapa aprendi a trabalhar em equipe para buscar soluções criativas e eficientes para os problemas. Execução: Aprendi sobre o assunto ensinado. Avaliação: Receber os feedbacks fizeram com que cada etapa do curso fosse melhor”

“Aprendi que a trabalhar ainda melhor em grupo, a saber ouvir os feedbacks e reverter num melhor desempenho. Ainda sobre isso, partilhar diversos e diferentes conhecimentos, contribuiu diretamente para compreensão dos assuntos propostos.”

“Durante as fases do projeto obtive conhecimentos singulares em áreas diversas. No planeamento, aprendi como agir contra adversidades e trabalhar em equipe nas fases de execução me foi apresentado um novo modo de ministrar os conhecimentos pois um curso para professores foi uma experiência nova para mim.”

“Como já vinha de outro projeto, a carga de experiência serviu para esse aqui também. No entanto, aprendi a ter mais didática com um público que já trabalhava em sala de aula.”

A análise das respostas dos graduandos, presentes nos formulários avaliativos, revelou benefícios não apenas académicos, configurando-se como uma experiência significativamente positiva para a formação integral dos estudantes. Conforme apontado por Santos *et al.* (2013), a oportunidade de aprofundar seus conhecimentos em Geociências, transpondo os limites da teoria e vivenciando os desafios e as recompensas de aplicar tais conhecimentos no contexto da docência, promoveu uma aprendizagem mais engajada e significativa.

A experiência de elaborar e ministrar o curso, além de exigir a constante revisão de conteúdos e a busca por abordagens didáticas inovadoras e acessíveis propiciou o desenvolvimento de habilidades essenciais para a prática profissional, como o trabalho em equipe, a comunicação e a criatividade. Estas experiências são de grande importância para a formação integral de educadores, pois os preparam para os variados desafios e demandas da sala de aula (Siveres, Silva e Caliman, 2012; Calipo, 2009)

Na questão seguinte, os extensionistas foram perguntados sobre as dificuldades encontradas nos processos de planeamento e execução do curso de capacitação (Tabela 3).

Tabela 3. Respostas referentes à segunda pergunta do formulário aplicado aos extensionistas.

Descreva as dificuldades encontradas durante o processo:
“Bloqueios criativos”
“Realizar a transposição didática dos conteúdos de forma clara e objetiva que atendesse o público.”
“Uma das maiores dificuldades do curso, na maioria das vezes é a falta de conhecimento dos professores na área tecnológica ou até mesmo a escola que eles trabalham não tem estrutura, isso acabava deixando eles um pouco receosos no uso de algumas plataformas, mas mesmo assim eles são bem receptivos e participativos. Mas por ter a parte analógica eles se sentiram na zona de conforto. Mas outra dificuldade é a falta de compromisso do público, que confirma a presença no mesmo e não participa, tirando a vez de outras pessoas que estão interessadas, mesmo a gente fazendo o controle, era algo totalmente difícil para a gente, devido todo preparado e eles faltarem.”

“Conciliar a vida a acadêmica e os dias do curso”
“A conciliação do tempo para o planejamento e efetivação das atividades com a graduação.”
“A maior dificuldade foi na criação de práticas que poderiam ser implantadas na sala de aula.”
“As maiores dificuldades foram relativas à questão de agenda, tendo em vista que o projeto é composto por diversos voluntários com agendas diversas.”
“Os horários conflitantes de todos nós extensionistas dificultou a organização do curso durante a etapa de planejamento”
“Aprender sobre a Vulcanologia de forma suficiente para ensinar aos professores.”
“Ter uma linguagem mais objetiva pois tenho a tendência de ser prolixo”
“As maiores dificuldades foram no planejamento do conteúdo, adequar os conteúdos de maneira a ficar fluído entre os participantes de um tema.”
“A dificuldade encontrada está restrita mais ao período de elaboração das aulas apenas pelo fato de pensar como tornar aquilo atrativo para um público que já tem, mesmo que variada, experiência em determinados assuntos apresentados.”

A experiência de instruir professores da educação básica evidenciou dificuldades inerentes à proposta do curso e à transposição didática. Os graduandos se depararam com a necessidade de adaptar-se à linguagem acadêmica para desenvolver a comunicação de forma clara e objetiva, utilizando recursos didáticos criativos e eficazes para um público heterogêneo em termos de formação e experiência. Afinal, os professores participantes do curso de formação continuada derivaram de áreas diversas e com amplo tempo de experiência, nem sempre relacionadas às Ciências Geográficas.

Outro desafio observado relaciona-se à variação no nível de domínio de ferramentas digitais entre os professores participantes. Enquanto alguns demonstraram familiaridade e entusiasmo com as tecnologias digitais, explorando-as com criatividade na construção de materiais e na aplicação de metodologias inovadoras, outros expressaram inseguranças e dificuldades, evidenciando a necessidade de investir em formação continuada que promova a inclusão digital e a alfabetização tecnológica no ambiente escolar.

Essa disparidade ficou particularmente evidente durante a oficina de criação de conteúdo para redes sociais, realizada no último dia do curso, na qual alguns professores manifestaram desconhecimento sobre as funcionalidades básicas dessas plataformas. A experiência reforça a importância de que as formações ofereçam abordagens sensíveis às diferentes realidades e níveis de familiaridade dos professores com as tecnologias digitais.

Observou-se que os professores estão muitas vezes mais dispostos a utilizar tecnologias às quais já estão familiarizados, sem dar grande atenção às inovações, assim dificultando a compreensão dos discentes acerca da cultura de seu tempo e seu desenvolvimento crítico quanto a elas (Sancho, 1998).

Segundo os extensionistas, a conciliação entre as atividades do curso e as demandas acadêmicas surgiu como um desafio constante. A organização de horários para reuniões, elaboração de materiais e planejamento das aulas exigiu flexibilidade e comunicação eficiente entre os membros da equipe, considerando os múltiplos compromissos inerentes à vida acadêmica.

A criação de mecanismos de organização e distribuição de tarefas, assim como a adoção de ferramentas digitais que facilitem a comunicação e o compartilhamento de materiais, como a utilização de QR codes para que os professores pudessem acessar os arquivos e conteúdos ministrados, mostraram-se estratégias valiosas para superar os desafios impostos pela questão da familiaridade com a tecnologia.

8 CONCLUSÕES

A partir da análise dos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que o curso de extensão "Propostas didáticas no ensino das Geociências: Caminhos Através da Vulcanologia", além de suprir uma lacuna na formação continuada de professores sobre o tema, consolidou-se como um espaço de aprendizado significativo e transformador. A abordagem teórico-prática, utilizando recursos didáticos inovadores e de baixo custo, como jogos, simulações, realidade aumentada e materiais concretos, despertou o entusiasmo dos participantes e motivou a incorporação dessas ferramentas em suas práticas docentes.

A pesquisa evidenciou que os eixos temáticos relacionados às formas de vulcanismo, em especial o vulcanismo espacial e brasileiro, despertaram grande interesse, impulsionado pela natureza extraordinária desses eventos e pela carência de aprofundamento do tema na formação inicial dos professores. A utilização de metodologias ativas, como aulas práticas e recursos digitais, foi positivamente avaliada, corroborando a literatura sobre o potencial dessas estratégias para um ensino de Geociências mais eficaz e engajador.

O curso, além de promover a atualização profissional, incentivou a busca por formações continuadas e a construção de um repertório pedagógico mais criativo e adaptado à realidade local. A participação ativa dos professores, a troca de experiências e o feedback positivo demonstram o impacto da extensão universitária como ferramenta de transformação social, aproximando a Universidade da comunidade e contribuindo para a construção de um ensino de ciências mais instigante, acessível e relevante para a sociedade.

Os extensionistas também vivenciaram um rico processo de aprendizagem. A preparação e ministração do curso, desde a elaboração de materiais até a aplicação de atividades práticas, trouxe uma compreensão mais profunda sobre Geociências e Vulcanologia, além de ampliar a criatividade e aprimorar habilidades de comunicação, trabalho em equipe e adaptação a diferentes públicos. A experiência de compartilhar conhecimento com professores da rede básica, enfrentando os desafios inerentes ao processo, reforçou nos extensionistas a importância social da universidade e o potencial da extensão para o crescimento acadêmico e profissional.

9 REFERÊNCIAS

- ANGGRAYNI, S. *et al.* The students' voice of volcanology in education for sustainable development context. In: JOURNAL OF PHYSICS: CONFERENCE SERIES. IOP Publishing, 2020. p. 012032.
- BAVARESCO, A.; BARBOSA, E.; ETCHEVERRY, K. M. (org.). Projetos de filosofia. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2011. E-book (213 p.). (Coleção Filosofia). ISBN 978-85-397-0073-8. Disponível em: <http://ebooks.pucrs.br/edipucrs/projetosdefilosofia.pdf>. Acesso em: 22 set. 2024.
- BITAR, O. Y.; IYOMASA, W. S.; CABRAL JR., M. Geotecnologia: tendências e desafios. São Paulo em Perspectiva, v. 14, n. 3, p. 78-89, 2000.
- CARNEIRO, C. D. R.; BARBOSA, R.; PIRANHA, J. M. Bases teóricas do projeto Geo-Escola: uso de computador para ensino de Geociências. Revista Brasileira de Geociências, v. 37, n. 1, p. 90-100, 2007.
- CONNOR, C. B.; VACHER, H. L. Learning volcanology: Modules to facilitate problem solving by undergraduate volcanology students. In: STATISTICS IN VOLCANOLOGY, v. 2, p. 1-13, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5038/2163-338X.2.3>. Disponível em: <https://digitalcommons.usf.edu/siv/vol2/iss1/3>. Acesso em: 28 set. 2024.
- CORDANI, U. G.; PICAZZIO, E. A Terra e suas origens. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- COSTA, S. G. da *et al.* Ensino e aprendizagem da Vulcanologia por meio das redes sociais. Terrae Didactica, v. 18, p. e022030, 2022.
- COSTA, S. G. da *et al.* ENSINO DA VULCANOLOGIA INTRODUTÓRIA ATRAVÉS DO CICLO DE PALESTRAS “VULCANOLOGIA POR BRASILEIROS”.
- DE VRIES, B. V. W. *et al.* A global framework for the Earth: putting geological sciences in context. Global and Planetary Change, v. 171, p. 293-321, 2018.
- EEROLA, T. T. Problemas da divulgação e popularização de Geociências no Brasil. Brazilian Journal of Geology, v. 24, n. 3, p. 160-163, 1994.
- FERREIRA, N. C. Equipes de Laboratório e trabalho em grupo. 1982. Tese (Doutorado) – USP, São Paulo, 1982.
- FERRERO, E.; MAGAGNA, A. Natural hazards and geological heritage in Earth science education projects. Geological Society, London, Special Publications, v. 419, n. 1, p. 149-160, 2015.
- FIGUEIRÓA, S. F. de M.; LOPES, M. M. Relações entre Geociências, seu ensino, sua história e seu público. Cadernos IG/UNICAMP, v. 3, n. 2, p. 83-95, 1993.

- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2001.
- GATTI, B. A. *Formação de professores e carreira: problemas e movimentos de renovação*. 2. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2000.
- JORDAN, T. H. Structural geology of the Earth's interior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 76, n. 9, p. 4192-4200, 1979.
- KISHIMOTO, T. M. *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez, 2017.
- KLEIN, C.; DUTROW, B. *Manual of mineral science*. 23. ed. New York: John Wiley, 2008.
- LEWIS, E. B.; BAKER, D. R. A call for a new geoscience education research agenda. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 47, n. 2, p. 121-129, 2010.
- LÔBO, S. F. O trabalho experimental no ensino de química. *Química Nova*, v. 35, p. 430-434, 2012.
- LÓPEZ-RUIZ, J.; CEBRIÁ, J.-M. Volcanismo y Tectónica de placas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, v. 23, n. 1, p. 12-23, 2015.
- MELLO, F. T. de; MELLO, L. H. C. de; TORELLO, M. B. de F. A paleontologia na educação infantil: alfabetizando e construindo o conhecimento. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 11, p. 397-410, 2005.
- MERINO, A. G. *et al.* Volcanologists for a day: an experience with Canarian students, 2023.
- NANZYU, M.; DAHLGREN, R.; SHOJI, S. Chemical characteristics of volcanic ash soils. In: SHOJI, S.; NANZYU, M.; DAHLGREN, R. A. (Ed.). *Volcanic ash soils, genesis, properties and utilization*. Amsterdam: Elsevier, 1993. p. 145-187.
- NUNES, J. C. *Novos Conceitos em Vulcanologia: Erupções, Produtos e Paisagens Vulcânicas*. *Geonovas*, n. 16, p. 5-22, 2002.
- ORION, N. The relevance of earth science for informed citizenship: Its potential and fulfillment. In: LIETE, L.; DOURADO, L.; MORADO, S. (Ed.). *Contextualizing teaching to improving learning*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 41-56.
- PAZ, G. S. B. *et al.* Atividades investigativas de química nos anos iniciais do ensino fundamental: a extensão universitária como espaço de formação continuada. *Interfaces - Revista de Extensão da UFMG*, v. 7, n. 1, 2019.
- PERALES-PALACIOS, F. J.; CARRILLO, F. J.; GARCÍA-YEGUAS, A.; VÁZQUEZ VÍLCHEZ, M. Los volcanes: algunas perspectivas para un conocimiento científico y didáctico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 18, n. 3, p. 3105, 2021. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3105.

PEREIRA, M. M. *et al.* EXPERIÊNCIAS CIENTÍFICAS COMO FORMA DE DESPERTAR O INTERESSE NO APRENDIZADO. REVISTA FOCO, v. 16, n. 9, p. e2991, 2023.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. Para entender a Terra. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. Revista do Departamento de Geografia, v. 16, p. 81-90, 2005.

ROSÁRIO, S. A. S. do; ROSARIO, J. P. de S. do. O ensino da física através de experiências científicas com materiais recicláveis e de baixo custo. Research, Society and Development, v. 8, n. 7, p. e7871097, 2019.

SILVA, I. N. M. *et al.* O USO DAS MÍDIAS SOCIAIS NA DIVULGAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO ATRAVÉS DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA: UMA EXPERIÊNCIA A PARTIR DO PROJETO "INTRODUÇÃO À VULCANOLOGIA", 2022.

SILVA, I. N. M.; ALVES, J. V. A.; BARRETO, C. J. S. Maquetes e jogos educativos como recursos didáticos para o ensino da Vulcanologia no ambiente escolar. Terræ Didática, v. 19, p. e023008, 2023. doi: 10.20396/td.v19i00.8671756.

SILVA, V. da; MUNIZ, A. M. V. A geografia escolar e os recursos didáticos: o uso das maquetes no ensino-aprendizagem da geografia. Geosaberes: Revista de Estudos Geoeeducacionais, v. 3, n. 5, p. 62-68, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=552856435008>. Acesso em: 23 jul. 2024.

SÍVERES, L.; SILVA, A. R. da; CALIMAN, G. Percorso aprendente do estudante na extensão universitária. In: PROCESSOS de aprendizagem na extensão universitária. Goiânia: Ed. da PUC Goiás, 2012. p. 81-96.

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I.; MILANI, E. Cadernos do Mathema: Ensino Fundamental: Jogos de Matemática de 6º a 9º ano. Porto Alegre: Artmed, 2007.

SOUZA, K. R. O. *et al.* O papel das atividades práticas-laboratoriais no ensino de genética. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 2005. p. 343-346.

SOUZA, W. A. de. Introdução de Geociências no ensino médio através de oficinas pedagógicas de mineração. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Araxá, 2016.

SOUZA FILHO, C. R.; CRÓSTA, A. P. Geotecnologias aplicadas à geologia. Revista Brasileira de Geociências, v. 33, n. 2, p. 147-152, jun. 2003.

TASSINARI, C. C. G.; MARINS, C.; DIAS NETO, C. Tectônica Global. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

UNSWORTH, S.; RIGGS, E. M.; CHAVEZ, M. Creating pathways toward geoscience education for Native American youth: The importance of cultural relevance and self-concept. *Journal of Geoscience Education*, v. 60, n. 4, p. 384-392, 2012.

VAN DER HOEVEN KRAFT, K. J. Developing student interest: An overview of the research and implications for geoscience education research and teaching practice. *Journal of Geoscience Education*, v. 65, n. 4, p. 594-603, 2017.

VINE, F. J.; MATTHEWS, D. H. Magnetic anomalies over oceanic ridges. *Nature*, v. 199, n. 4897, p. 947-949, 1963.

VIOLIN, A. G. *Mecânica I - programa para ensino individualizado*. 2. ed. Rio de Janeiro: FAE, 1985.

WADA, K. Allophane and imogolite. In: DIXON, J. B.; WEEDS, S. B. (Ed.). *Minerals in Soil Environment*. 2. ed. Madison: Soil Sci. Soc. Am. Book, 1989. p. 1051-1087.

WETHERILL, G. W. Formation of the Earth. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, v. 18, n. 1, p. 205-256, 1990.

WICANDER, R.; MONROE, J. S. *Fundamentos de Geologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

WILDE, S. A. *et al.* Evidence from detrital zircons for the existence of continental crust and oceans on the Earth 4.4 Gyr ago. *Nature*, v. 409, n. 6817, p. 175-178, 2001.