

Maquetes e jogos educativos como recursos didáticos para o ensino da Vulcanologia no ambiente escolar

EDUCATIONAL MODELS AND GAMES AS TEACHING RESOURCES FOR TEACHING VOLCANOLOGY IN THE SCHOOL ENVIRONMENT

IVANNA NUNES MONTERAZO SILVA¹ , JULLY VIVIANE DE ALBUQUERQUE ALVES¹ , CARLA JOANA SANTOS BARRETO² 

1 - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS, GRADUANDA, LICENCIATURA EM GEOGRAFIA, RECIFE, PE, BRASIL.

2 - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA, PROFESSORA ADJUNTA, RECIFE, PE, BRASIL.

E-MAIL: IVANNA.MONTERAZO@UFPE.BR, JULLY.ALVES@UFPE.BR, CARLA.BARRETO@UFPE.BR.

Abstract: Introduction. Didactic resources serve as a means of facilitating the teaching and learning process. **Objective.** This paper explores the construction process of making models and games, using various stationery items. **Methodology.** The resources were used at the Federal University of Pernambuco, in workshops of the extension project *Vulcões e Viagens*, aiming to help teaching of Volcanology on basic education. **Results.** The models and games were presented to more than 2,000 participants in the states of Pernambuco and Paraíba and made possible for students to articulate the knowledge of school Geography to their subjects of greatest interest within the Earth sciences: Volcanism and Dinosaurs. **Conclusion.** The building process of these resources made it possible for the extension workers to approach scientific knowledge and develop the ability to simplify it for the execution of the workshops.

Resumo: Introdução. Recursos didáticos servem como um meio de facilitação do processo de ensino e aprendizagem. **Objetivo.** Este trabalho explora o processo produtivo de confecção de maquetes e jogos, construídos com diversos itens de papelaria, para ser utilizados em oficinas do projeto de extensão *Vulcões e Viagens*, vinculado à Universidade Federal de Pernambuco. **Metodologia.** A proposta central é favorecer o ensino da Vulcanologia na educação básica. **Resultados.** O processo construtivo dos recursos proporcionou aos extensionistas uma aproximação com o conhecimento científico e desenvolvimento da capacidade de simplificação do mesmo para a execução das oficinas. **Conclusão.** As maquetes e os jogos foram apresentados para mais de dois mil participantes nos estados de Pernambuco e Paraíba e possibilitaram aos estudantes articular os saberes da Geografia escolar às suas temáticas de maior interesse dentro das Ciências da Terra: Vulcanismo e Dinossauros.

Citation/Citação: Silva, I. N. M., Alves, J. V. A., & Barreto, C. J. S. (2023). Maquetes e jogos educativos como recursos didáticos para o ensino da Vulcanologia no ambiente escolar. *Terræ Didática*, 19(Publ. Contínua), 1-9, e023008. doi: 10.20396/td.v19i00.8671756.



Artigo submetido ao sistema de similaridade

Keywords: Geosciences, Didactic materials, Geography Teaching, University Extension.

Palavras-chave: Geociências, Materiais didáticos, Ensino de Geografia, Extensão Universitária.

Manuscript/Manuscrito:

Received/Recebido: 16/12/2022

Revised/Corrigido: 23/01/2023

Accepted/Aceito: 10/04/2023

Editor responsável: Celso Dal Ré Carneiro 

Revisão de idioma (Inglês): Hernani Aquini

Fernandes Chaves 



Introdução e contexto do trabalho

As Geociências possuem duas grandes áreas de interesse profundo entre crianças e jovens: Dinossauros e Vulcanismo. As duas temáticas estão constantemente ligadas a jogos, brinquedos e produções cinematográficas voltadas a este público alvo, mas que são pouco exploradas nos currículos escolares, principalmente tratando-se da Geografia, área de conhecimento que se detém sobretudo em entender as dinâmicas populacionais, socioeconômicas, geopolíticas e ambientais em detrimento dos conteúdos voltados a Geografia Física, que se preocupa em explorar a Climatologia, Hidrogeologia, Geomorfologia e inúmeras temáticas estudadas pela Geologia que, de acordo Wicander & Monroe (2016), é definida como estudo da Terra. Para explorar essas áreas de interesse entre os

estudantes, é preciso buscar estratégias e relacionar com outros conteúdos.

Segundo Press et al. (2006, p. 144) podemos entender um vulcão como uma elevação ou uma montanha construída pela sobreposição de lavas e outros materiais eruptivos. A atividade vulcânica resulta do movimento entre as placas tectônicas e permite que a Terra “respire”, por meio da erupção e emissão de gases, que contribuem substancialmente para a formação da atmosfera (Jerram, 2018, p.14). Portanto, aproveitando-se do interesse das crianças e adolescentes em idade escolar sobre vulcões e dinossauros, apesar de o Brasil não possuir atividades vulcânicas recentes, é importante compreender de que modo suas ações são relevantes ao longo da constituição do planeta e como se deu sua participação na extinção dos dinossauros.

Este trabalho terá enfoque principal na temática vulcanismo, sendo a paleontologia explorada como estratégia didática na abordagem do conteúdo, tendo em vista o interesse do público alvo.

Pensando em facilitar o processo de ensino e aprendizagem da geografia física no Ensino Fundamental – Anos Finais e Ensino Médio, especificamente no que tange ao ensino da vulcanologia, o projeto de extensão *Vulcões e Viagens*, vinculado ao Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), reuniu graduandos dos cursos de Geografia e Geologia para produzir maquetes e jogos para serem utilizados como recurso didático na aplicação de oficinas na rede de educação básica. Os recursos despertam maior interesse na aula e facilitam a aprendizagem do estudante, pois oferecem a oportunidade de trabalhar com materiais que lhes ofereçam protagonismo na construção do conhecimento (Silva & Muniz, 2012). Portanto, as maquetes e jogos servem como um meio que, somado aos conceitos que a eles são atribuídos durante o processo de ensino, favorecem a fixação do conteúdo e agregam conhecimento.

O uso de maquetes e jogos como recurso didático

A produção de maquetes é um instrumento bastante utilizado no ambiente escolar, elas são um recurso didático de visualização tridimensional de uma área, reproduzida em miniatura, com materiais que conseguem expressar as suas especificidades mais significativas (Silva & Araújo, 2018). Além disso, segundo Simielli et al. (1992) “A maquete não é um fim didático e sim um meio didático através do qual vários elementos da realidade devem ser trabalhados em conjunto”. Com isso, sua finalidade visual e palpável continua sendo relevante na abordagem de diversas temáticas. É importante que quando os estudantes estejam aprendendo mediante uso de maquetes consigam adquirir conhecimento baseado nas informações que os elementos da maquete representam logo quando visualizados, assim como as informações que lhes foram atribuídas para que, a partir destas, sejam desenvolvidos conceitos, fenômenos e interações em seu meio de inserção (Simielli et al., 1992).

No processo de ensino-aprendizagem é necessário levar em consideração o que desperta prazer e curiosidade no estudante, especialmente na Geografia, que é vista como uma disciplina de simples memorização nos anos finais do Ensino Funda-

mental e no Ensino Médio, havendo a necessidade de utilizar-se de distintos meios que possibilitem a construção e a busca de novos conhecimentos (Silva & Araújo, 2018). Partindo deste contexto, decidiu-se utilizar, além das maquetes, jogos didáticos como instrumento de auxílio no ensino de conteúdos da Vulcanologia na disciplina de geografia em instituições de educação básica.

Os jogos representam uma ferramenta instigante para o ensino da Geografia, pois possuem um caráter desafiador, uma vez que é possível desenvolver no aluno uma capacidade ativa de raciocínio, além de trabalhar a autossuperação diante das dificuldades e a busca de novas estratégias para alcançar os objetivos (Silva & Muniz, 2012).

Conceitos básicos da Vulcanologia

Para entender a vulcanologia e aplicá-las a recursos didáticos que venham a facilitar sua assimilação, é importante entender conceitos chaves desta ciência e resgatar alguns que são comumente abordados na Geografia escolar, mas que são abordados de forma superficial tanto no Ensino Fundamental - Anos Finais quanto no Ensino Médio. Para isto, se faz necessária uma abordagem conceitual dos conteúdos atribuídos às maquetes e jogos.

Estrutura interna da Terra

A Terra é constituída principalmente por ferro (32,1%), oxigênio (30,1%), silício (15,1%), magnésio (13,9%), enxofre (2,9%), níquel (1,8%), cálcio (1,5 %) e alumínio (1,4%) sendo os 1,2% restantes vestígios de outros elementos. A crosta terrestre é dividida entre continental, cuja espessura varia de 30 a 70 km, e oceânica, variando de 5 a 10 km, e é a camada mais superficial do nosso planeta. Abaixo da crosta, temos a parte superior do manto que somado a crosta terrestre é chamado de litosfera e possui comportamento rígido. Logo abaixo (400-670km) está localizada uma zona de transição conhecida como astenosfera, camada composta por silicatos de magnésio. O manto inferior possui espessura de 2.900 km e comportamento sólido; sua composição é rica em minerais ferromagnesianos. O núcleo está dividido em duas partes com propriedades distintas, uma externa, fluida, com baixa viscosidade e densidade e uma interna com alta rigidez e densidade. O núcleo externo tem cerca de 3.488 km de espessura, sendo composto por ferro e níquel em estado líquido. É também a camada geradora do campo magnético da Terra. Já o núcleo interno possui raio

de aproximadamente 1.230 km e constitui-se basicamente de ferro em estado sólido (Fucugauchi & Cruz, 2015, Teixeira et al., 2009).

Tectônica de Placas

A teoria da Tectônica de Placas oferece uma visão do planeta que nos permite explicar razoavelmente inúmeros processos geológicos e propõe que a litosfera (crosta e parte superior do manto) é dividida em falhas e rachaduras formando placas que se movimentam entre si sobre uma zona de circulação térmica, conhecida por muitos teóricos como astenosfera, que não é uma camada contínua e uniforme mas inclui porções mantélicas diferenciadas em distintas profundidades, que formam “ilhas quentes” ou plumas mantélicas separadas entre si por zonas rígidas do manto. A litosfera divide-se em placas que se articulam entre si de acordo com os tipos de interação: construtiva, onde a crosta oceânica se forma nas dorsais (limite divergente); destrutivas, que ocorrem nas zonas de convergência de placas, havendo choque entre placas, com subdução de uma delas ou dobramento de ambas (limite convergente), e conservativa, que é o tipo de interação na qual as placas deslizam uma em relação a outra ao longo do limite transformante (Alfaro et al., 2013, Celino, Marques & Leite, 2003, Anguitta Virella, 2002, Wicander & Monroe, 2016, p. 15).

Estilos eruptivos

Magmas são sistemas complexos que combinam fases sólidas (minerais), líquidas e gasosas em proporções distintas que determinam um amplo espectro de condições físico-químicas e, em última instância, condicionam a forma em que o magma entra em erupção na superfície da Terra. Os principais aspectos determinantes das condições eruptivas são: quantidade de sílica (SiO_2) em fase fundida, quantidade de voláteis, principalmente vapor d'água, e, viscosidade (Perez-Torrado & Rodriguez-Gonzalez, 2015). Quanto mais ácidos os magmas, maior a quantidade de sílica, tornando-os mais viscosos e incapazes de fluir, o que ocasiona atividades explosivas; quanto mais básicos, menor o teor de sílica em sua composição e maior a capacidade de fluidez, permitindo as erupções efusivas.

Existe uma gama de classificações de erupções vulcânicas que envolve outros elementos, como o índice de explosividade vulcânica e a quantidade de água envolvida durante a erupção, mas devido à quantidade de conteúdo a ser abordado em curto

intervalo de tempo e o público alvo das oficinas, o projeto de extensão focou a explicação na classificação mais básica entre os estilos eruptivos, efusivo e explosivo, que serão mais bem descritos neste tópico.

Erupções Efusivas: Acontecem quando o magma possui baixa quantidade de gases, extravasando pouco ou nada fragmentado, fluindo como rios de lava por meio de um conduto ou de uma fissura formando um derrame sem atividade explosiva, ocorrendo geralmente quando um lago de lava transborda (Perez-Torrado & Rodriguez-Gonzalez, 2015, Jerram 2018, p. 49).

Erupções Explosivas: Formam uma coluna eruptiva, ou seja, uma nuvem de cinzas ejetada na atmosfera que pode atingir até 55 km de altura; quando chega à estratosfera, expande-se, formando uma nuvem com aparência de guarda-chuva carregada de fragmentos de distintos tamanhos, como bombas, lapilli e cinzas. Além da coluna, as atividades explosivas podem levar ao colapso de partes do edifício vulcânico ou ao colapso de domos formados no topo; esses produtos se somam aos piroclastos (fragmentos vulcânicos) presentes na coluna de erupção, formando um fluxo piroclástico, uma espécie de avalanche de detritos que pode ultrapassar velocidades de 160 km/h encosta abaixo (Jerram, 2018). As relações entre a erupção, o volume expelido e a intensidade dos eventos podem ser classificadas pelo Índice de Explosividade Vulcânica (IEV) que varia de 0 a 8, sendo o último megacolossal, ou seja, altamente explosivo (Wicander & Monroe, 2016, p. 114).

Formações Vulcânicas

Vulcão Escudo: Destaca-se por suas grandes extensões e pouca declividade devido à construção a partir de sucessivos derrames de lava que se espalham como lençóis, atingindo quilômetros de distância (Robertson & Ceballos, 2002).

Estratovulcão ou Vulcão Composto: Consiste em edifícios com relevo positivo, formados pela acumulação de produtos vulcânicos de origem explosiva, ou seja, acumulações de piroclastos, e efusivas, camadas de lava solidificada construídos ao longo de todo o período ativo de um vulcão (Press et al. 2006, Robertson & Ceballos, 2002).

Domo Vulcânico: Massa de lava félsica, ácida, acumulada em cima do conduto central do vulcão; pelo seu alto índice de viscosidade não consegue fluir e aprisiona gases abaixo da chaminé (Press et al., 2006).

Caldeira: Uma forma destrutiva do relevo ou relevo negativo, constituída por grandes depressões com formato de bacia com paredes íngremes formadas por grandes explosões ou pelo colapso do edifício vulcânico dentro da câmara magmática após ela ser parcialmente ou completamente esvaziada (Nunes, 2002).

Platôs Basálticos: Gigantescas formações que possuem formato de mesa e são constituídas por acumulação de camadas sucessivas de lava, expelida por erupções fissurais (Teixeira et al., 2009).

Relação do vulcanismo com a extinção dos dinossauros

Há aproximadamente 65 Ma, ao final do período Cretáceo, houve um impacto de um asteroide em Yucatán, no México, que ficou conhecido como uma das hipóteses listadas como causa da extinção dos dinossauros. Amostras de rocha datadas desse intervalo revelam a presença do elemento químico irídio, comum em corpos extraterrestres e em raros eventos vulcânicos. Entretanto, diversos paleontólogos afirmam que a extinção dos dinossauros e de outros grupos fósseis, na verdade, ocorreu ao longo de um período prolongado iniciado há ~66 Ma a partir de inundações de basalto, ou seja, enormes derrames de lava característicos de erupções efusivas por meio de fissuras que formaram a Grande Província Ígnea (GPI) de Deccan, na Índia. Devido a essa erupção, considera-se que o clima foi severamente estressado pela intensa emissão dos gases dióxido de carbono e dióxido de enxofre lançados na atmosfera, o que ocasionou uma perturbação significativa na flora e a fauna, que foi então aumentada pelo impacto de um grande meteorito (Sigurdsson et al., 2000, Jerram, 2018). Amostras de basalto coletadas do platô Deccan também concentram o irídio, portanto, os eventos complementam-se como resultantes da extinção dos dinossauros, mas pesquisas a respeito da temática, como as de Chatterjee & Rudra (1996), Keller & Bajpai (2009), Brusatte et al. (2015) e Ma et al. (2022), ainda aprofundam estudos em busca de mais informações para descobrir até que ponto o vulcanismo participou da extinção.

Objetivos

O objetivo do presente trabalho é apresentar o processo criativo e produtivo das maquetes e jogos didáticos e dos conceitos a eles agregados,

com o intuito de serem empregados em oficinas voltadas para o ensino da Vulcanologia, direcionadas ao Ensino Fundamental – Anos Finais e Ensino Médio. Além disso, pretende-se ressaltar a importância da produção de recursos didáticos para o aprofundamento de ações de extensão na temática abordada.

Materiais, métodos e técnicas

Produção de maquetes

Para o desenvolvimento das maquetes foram utilizadas folhas de isopor de 5 mm de espessura, bola de isopor de 300 mm de diâmetro, cola de isopor, cola branca, estilete, pincéis, retângulos de madeirite, filamento, primer, argila, papel toalha, espuma expansiva, rolos de pintura, palitos de madeira, sacolas plásticas, Etileno Acetato de Vinila (E.V.A.), massa de E.V.A., pó de brita, *slime*, lápis grafite, tinta guache, tinta aerossol metálica, tinta PVA para artesanato, cartolina, arame e dinossauros de plástico.

Para a construção da maquete da estrutura interna da Terra (Fig. 1A) foi utilizada uma bola de isopor de 300 mm de diâmetro, na qual foram desenhados com lápis grafite os continentes e pintado, separando-os dos oceanos, com o uso de tinta guache e pincéis. A bola de isopor foi moldada com um recorte em triângulo feito com estilete para representar a estrutura interna da Terra, sendo cada uma das camadas confeccionada com cartolina em cores distintas para diferenciar o núcleo interno, núcleo externo, manto e crosta. A astenosfera foi a única camada criada com textura diferente e destacada do manto com o uso de massa de E.V.A., devido à sua importância como local de origem dos magmas que alimentam os vulcões do nosso planeta.

Para representar o encaixe das placas tectônicas (Figs. 1B, 1C), confeccionamos um mapa com projeção cartográfica cilíndrica em planta na forma de quebra-cabeça, com os continentes em evidência em relação aos oceanos, usando filamento para impressão 3D (Fig. 1B); as etapas posteriores consistiram na aplicação de primer e pintura com tinta PVA para artesanato (Fig. 1C).

Na etapa inicial da construção das maquetes dos estilos eruptivos explosivo e efusivo (Fig. 2) e formações vulcânicas (Fig. 3) foi utilizada a mesma matéria-prima para confeccionar os edifícios vulcânicos, a qual consistia em um retângulo de madeirite como base, e folhas de isopor de 5 mm de espessura. As folhas de isopor foram



Figura 1. Construção de maquetes: (A) estrutura interna da Terra. Representação 3D da Tectônica de Placas: (B) mapa impresso em 3D; (C) encaixe e pintura dos continentes e oceanos

cortadas e moldadas com estilete e dispostas em sucessivas camadas até que se alcançasse a forma necessária do vulcão desejado. O isopor foi fixado com cola de isopor e palitos de madeira, sendo posteriormente recoberto com argila (Figs. 2A, 2B, 2C) e papel machê a partir de uma mistura de cola branca, água e papel toalha. O estágio final da primeira etapa de construção da maquete consistiu na cobertura dos edifícios vulcânicos com tinta guache, utilizando-se pincéis e rolos de pintura (Fig. 2D).

Com o intuito de construir uma maquete mais realista e simular uma erupção explosiva e seus produtos vulcânicos, confeccionamos um fluxo piroclástico no edifício vulcânico e uma coluna de erupção para ficar acoplada à maquete (Fig. 2B). A construção do fluxo piroclástico envolveu moldagem com massa de E.V.A. de cor cinza e posterior recobrimento com pó de brita nos flancos do estratovulcão; para construir a coluna, utilizamos espuma expansiva como principal material, com o qual preenchemos uma sacola plástica que funcionou como uma espécie de cone. Após a secagem da espuma, a ponta foi remodelada para encaixar no edifício vulcânico com o auxílio de três arames, sendo posteriormente pintada com tinta aerossol metálica de cor prata.

As etapas iniciais de construção da maquete do estilo eruptivo efusivo, como já descrita ante-

riormente, formaram um vulcão do tipo escudo, que posteriormente foi complementado com a utilização de diversas cores de massa de E.V.A. para simular derrames de lava fluida saindo do conduto central do vulcão (Fig. 2D).

Além dos estilos eruptivos, explosivo e efusivo, foram representadas estruturas geológicas de origem vulcânicas por meio de maquetes: domo, platô basáltico e caldeira (Fig. 3). O domo vulcânico, representado na maquete por uma pequena elevação dentro da cratera de um vulcão, é formado por magmas ricos em sílica e viscosos que, pela sua dificuldade de fluir, vão se acumulando até formar uma espécie de tampa na cratera. Derrames fissurais têm a capacidade de extravasar grande quantidade de lavas em um curto intervalo de tempo, gerando grandes acumulações de rocha basáltica no formato de platôs basálticos ou mesas, as quais possuem superfície plana, bordas íngremes e, muitas vezes, aparência em degraus como representado em isopor na maquete pintada (Fig. 3A). Finalmente, vulcões em formato de caldeira possuem uma aparência de depressão e são gerados a partir do colapso do edifício vulcânico para dentro da câmara magmática, a qual está situada logo abaixo do vulcão. Comumente, após o vulcão se tornar dormente ou extinto, forma-se um lago pelo acúmulo de água da chuva. A representação da feição foi realizada na maquete com o uso de *slime* azul (Fig. 3B).



Figura 2. Construção de maquetes de tipos de erupção. Erupção explosiva: (A) estrutura do estratovulcão modelada em isopor e recoberta com argila; (B) estratovulcão acoplado a coluna eruptiva. Erupção efusiva: (C) base estrutural de isopor do vulcão escudo coberta com argila; (D) construção da representação da lava



Figura 3. Construção de maquete de formações vulcânicas. A) bases estruturais em isopor cobertas com argila e papel machê, pintadas; B) construção da lava formando o domo e lago da caldeira

Produção dos jogos didáticos

Na confecção dos jogos didáticos foi utilizada a plataforma *Canva* para a edição de imagens na produção de cartas e peças de jogo, além disso, diversos recursos de papelaria como cola branca, cartolinas, tesoura, estilete, pincéis, folha de papel A4, papel fotográfico, piloto para quadro branco, papel *contact*, lápis grafite, caixas em MDF, mini placas em MDF, prato de papelão para bolo e fita durex. Todos os materiais foram adquiridos com o incentivo financeiro de edital vinculado à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (PROExC) da UFPE.

Foram produzidos quatro jogos (Fig. 4): dominó, jogo da memória, “quem sou eu?” e um jogo de tabuleiro. Para a confecção do dominó utilizamos imagens reais de vulcões como Yellowstone, Monte Fuji, Monte Olimpo, Krakatoa e Vesúvio impressas em folha de papel A4, cortadas e coladas em pequenas placas de MDF com papel *contact* e fita durex (Fig. 4A) que para jogar precisam ser associadas a imagens iguais formando o intitulado “dominó vulcânico” destinado ao público de Ensino Fundamental – Anos Finais.

Para a construção do jogo da memória chamado “Memorizando das rochas a crosta de pão” utilizamos figuras representativas de lava, erupção efusiva, erupção explosiva, vulcão ativo, extinto e dormente,



Figura 4. Confecção de jogos didáticos. A) colagem das peças do dominó; B) elaboração do tabuleiro

produtos piroclásticos como bomba e cinza. Todas as cartas foram impressas e coladas também com papel *contact* em pares, de modo que todas ficam viradas para baixo no início do jogo; quem acertasse o maior número de pares, venceria. Assim como o dominó, o jogo da memória também foi confeccionado para atender ao público de Ensino Fundamental – Anos Finais. Para o armazenamento das peças do dominó e do jogo da memória foram utilizadas caixas de MDF personalizadas com a logo do projeto de extensão.

No jogo “quem sou eu?” confeccionamos dois tipos de cartas, uma com conceitos de vulcanismo e outra com imagens relacionadas aos conceitos. Estas cartas foram impressas em papel fotográfico e coladas em cartolinas de cores distintas. Para jogar, todas as cartas com imagens são dispostas sobre a mesa e as com conceitos são dispostas em uma pilha, sendo que quem conseguir relacionar o máximo de conceitos as imagens, vence o jogo.

Por último, o jogo de tabuleiro chamado “Se joga no vulcão” foi confeccionado em uma base de papelão para bolo recoberta com cartolina marrom, com um trajeto feito com E.V.A. e as casas desenhadas com piloto para quadro branco chegando ao final do percurso com um vulcão feito em argila, recoberto com papel machê e massa de E.V.A. (Fig. 4B). Além do tabuleiro, foram produzidas cartas, também impressas em papel fotográfico, com perguntas relacionadas ao conteúdo, com alternativas que, em caso de acerto, o jogador caminha pouco a pouco até chegar ao vulcão. O “quem sou eu?” e o jogo de tabuleiro foram confeccionados para serem utilizados com estudantes do Ensino Médio.

Apresentação de dados

Como resultado do processo construtivo detalhado acima, chegamos a um total de cinco representações em maquetes (Fig. 5) e quatro jogos didáticos (Fig. 6). O globo terrestre com a estrutura interna da Terra subdividida em núcleo interno, núcleo externo, manto, astenosfera e crosta terrestre. A representação da tectônica de placas em impressão 3D foi construída com o objetivo de obter uma representação lúdica e tátil das principais placas tectônicas existentes na Terra e explicar a localização e a razão de haver uma grande quantidade de vulcões ativos e dormentes em determinadas regiões do planeta. Na figura 5A é possível visualizar a representação final de um estratovulcão em atividade eruptiva

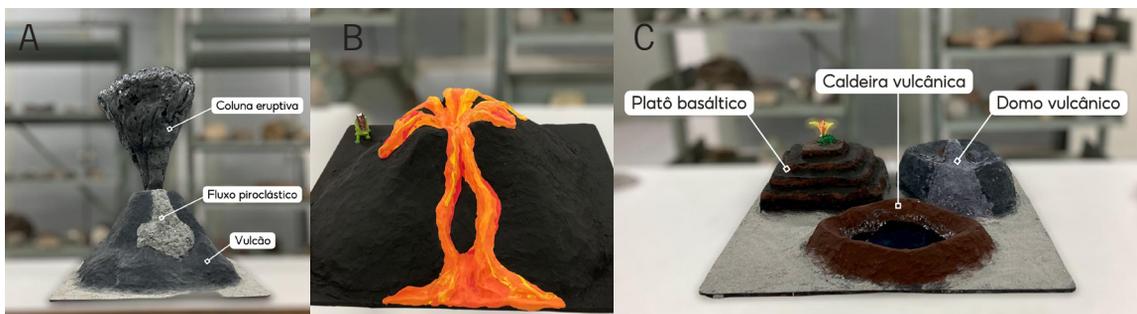


Figura 5. Maquetes finalizadas: A) estratovulcão com erupção explosiva e fluxo piroclástico; B) vulcão escudo com erupção efusiva e presença de dinossauros para relacionar com sua extinção; C) formações vulcânicas domo, caldeira e platô basáltico, com dinossauros

do tipo explosiva com sua coluna de erupção e fluxo piroclástico. O estilo eruptivo efusivo foi representado por um fluxo de lava em um vulcão do tipo escudo (Fig. 5B). As formações vulcânicas domo, caldeira e platô basáltico podem ser vistas em uma mesma maquete na figura 5C. Tanto na maquete de vulcanismo efusivo (Fig. 5B) quanto na representação do Platô Basáltico (Fig. 5C) foram postos dinossauros de plástico com o objetivo de ilustrar, durante a explicação do conteúdo na oficina, a participação do vulcanismo na extinção dos dinossauros, ocorrido no final do período Cretáceo, há aproximadamente 65 Ma no Deccan na Índia, que foi caracterizado por erupções efusivas em enormes fissuras formando uma grande província ígnea em forma de platô basáltico.

Os jogos didáticos finalizados podem ser visualizados na Figura 6. O dominó vulcânico (Fig. 6A) contém imagens de diversos vulcões espalhados pelo mundo; o jogo da memória “Memorizando das rochas a crosta de pão” (Fig. 6B), figuras de conceitos trabalhados durante a fase de explicação da oficina como lava, vulcanismo efusivo, vulcanismo explosivo. O “quem sou eu?” (Fig. 6C) envolve descrições sobre tipos de lava e erupções históricas. Por fim, o jogo de tabuleiro “Se joga no vulcão” (Fig. 6D) apresenta perguntas sobre produtos vulcânicos, formações vulcânicas entre outras. Todos os jogos didáticos tem como objetivo fixar os conteúdos apresentados durante as oficinas.

Discussão e interpretação de resultados

A construção dos recursos objetivou subsidiar a aplicação de oficinas na rede de educação básica; assim, foram produzidos jogos com níveis distintos de dificuldade. O “dominó vulcânico” e o “memorizando das rochas a crosta de pão”, por serem jogos de associação de imagens, foram produzidos para uso com as turmas de Ensino Fundamental – Anos Finais de forma que os extensionistas de *Vulcões e Viagens* reforçassem os conceitos junto aos estudantes conforme as peças eram usadas durante o jogo. Já o “quem sou eu?” e o “se joga no vulcão”, pelo fato de envolver relações conceituais entre as cartas e questões com maior nível de dificuldade, foram produzidos voltados para o público do Ensino Médio.

A construção dos recursos apresentados possibilitou aos extensionistas um contato aprofundado com o conteúdo, tendo em vista que foi preciso planejar e definir o que seria mais relevante de ser representado na forma de maquetes e fazer com que estas tivessem um aspecto que se aproximasse o máximo possível da realidade, com base na análise de imagens e vídeos de erupções vulcânicas ativas. É importante ressaltar que durante o projeto foi levantada a possibilidade de se construir maquetes mais simples juntamente aos estudantes durante as visitas nas escolas, contudo não houve recursos financeiros suficientes para a aquisição de materiais para reproduzir as maquetes a cada visita.

Os jogos didáticos passaram pelo mesmo processo criterioso de planejamento, cujo objetivo



Figura 6. Jogos didáticos finalizados. A) Dominó vulcânico; B) Jogo da memória “Memorizando das rochas a crosta de pão”; C) “Quem sou eu?”; D) Tabuleiro do jogo “se joga no vulcão”

consistiu em transferir o conhecimento sobre Vulcanologia para uma linguagem acessível e lúdica que tornasse o conhecimento adquirido pelos estudantes significativo. Utilizados ao final das oficinas, estes serviram como uma revisão de tudo que foi aprendido além de facilitar o processo de fixação do conteúdo. Os jogos possibilitaram avaliar a atenção dada pelos estudantes participantes às oficinas pela agilidade nas respostas e o engajamento dos mesmos em aprender um conteúdo com jogos. Além disso, possibilitou que os integrantes do projeto pudessem aprofundar-se na Vulcanologia tanto no âmbito do conhecimento científico quanto no papel de apresentar o conteúdo de forma que facilitasse o processo de ensino e aprendizagem, ajustando o nível de dificuldade da explicação a cada grupo participante das oficinas promovidas pelo *Vulcões e Viagens*.

O projeto de extensão apresentou os recursos didáticos construídos em oficinas aplicadas entre os meses de março e outubro de 2022 em um total de vinte e oito instituições de ensino, majoritariamente públicas. As escolas estão distribuídas em distintas cidades dos estados de Pernambuco e Paraíba e alcançaram mais de dois mil estudantes da educação básica.

Considerações finais

Os recursos didáticos escolhidos para emprego nas oficinas foram pensados para atender a qualquer tipo de realidade encontrada no ambiente escolar. Sabemos que escolas, principalmente públicas, não dispõem com facilidade de recursos tecnológicos como *data show*, computadores e quaisquer recursos que envolvam a participação individual dos estudantes para que tanto os extensionistas quanto os professores pudessem usufruir para facilitar o processo de aprendizagem. Buscando contornar essa dificuldade, tudo que se produziu foi com o objetivo de necessitar apenas de uma mesa para apresentar a Vulcanologia ao maior número possível de estudantes.

As maquetes e jogos produzidos permitiram que conceitos de Geologia estudados na Geo-

grafia escolar, como a estrutura interna da Terra e a Tectônica de Placas, fossem interligados com os dois temas de maior interesse entre crianças e jovens em relação às ciências da Terra: vulcanismo e dinossauros. Ficou evidente, com este estudo, que é possível articular caminhos e possibilidades entre as matrizes curriculares e as temáticas de interesse dos estudantes.

Pudemos apreender que o ensino da Geografia física e, especificamente, o ensino da Vulcanologia, pode ser explorado com o uso das mais diversas linguagens e recursos, sejam eles inovadores ou não. Com as oficinas foi possível apresentar não só aos estudantes, mas também a seus docentes, como utilizar a multiplicidade de linguagens e recursos que servem como fonte complementar ao livro didático e possibilitam problematizar conteúdos para o desenvolvimento de competências e habilidades vigentes nas matrizes curriculares educacionais e que permitem ao estudante não apenas descrever o espaço mas compreendê-lo, analisá-lo, aguçando sua capacidade argumentativa, participativa e construtiva (Silva & Muniz, 2012). As novas abordagens evitaram a rotina presente na sala de aula do ensino tradicional e estabeleceram uma contribuição considerada significativa para a educação.

Agradecimentos

As autoras agradecem a todos os integrantes do projeto de extensão *Vulcões e Viagens* que participaram do processo de construção e aplicação das oficinas, a todas as instituições visitadas, bem como à coordenação, docentes e estudantes que colaboraram e participaram das oficinas. Agradecem também à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da UFPE pelo financiamento dos materiais envolvidos na construção dos recursos, à Coordenadoria do Ensino de Ciências do Nordeste da UFPE pela disponibilidade de espaço para o desenvolvimento das maquetes e jogos e à Universidade Federal de Pernambuco pela possibilidade de realizar a ação de extensão.

Taxonomia CRediT: • Contribuição dos autores: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Validação; Visualização; Escrita – rascunho original; Escrita – revisão & edição: Ivanna Nunes Monterazo Silva. Conceitualização; Recursos; Escrita – rascunho original: Jully Viviane de Albuquerque Alves. Administração do projeto; Supervisão; Investigação; Metodologia; Validação; Visualização: Carla Joana Santos Barreto. • Conflitos de interesse: As autoras certificam que não têm interesse comercial ou associativo que represente um conflito de interesses em relação ao manuscrito. • Aprovação ética: Não aplicável. • Disponibilidade de dados e material: Disponível no próprio texto. • Reconhecimentos: Consignam-se agradecimentos a Carla Joana Santos Barreto, Celso Dal Ré Carneiro e demais editores de *Terrae Didatica* pelas contribuições críticas durante a elaboração do manuscrito. • Financiamento: Não aplicável.

Referências

- Alfaro, P., Alonso-Chaves, F. M., Fernández, C., & Gutiérrez-Alonso, G. (2013). Fundamentos conceptuales y didácticos: La tectónica de placas, teoría integradora sobre el funcionamiento del planeta. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 168-180. URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4524181&orden=0&info=link>. Acesso 13.04.2023.
- Anguita Virella, F. (2002). Adiós a la astenosfera. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10(2), 134-143. URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2897771&orden=193640&info=link>. Acesso 13.04.2023.
- Brusatte, S. L., Butler, R. J., Barrett, P. M., Carrano, M. T., Evans, D. C., Lloyd, G. T., Mannion, P. D., Norell, M. A., Peppe, D. J., Upchurch, P. & Williamson, T. E. (2015). The extinction of the dinosaurs. *Biological Reviews*, 90(2), 628-642. doi: 10.1111/brv.12128
- Celino, J. J., Marques, E. D. L., & Leite, O. R. (2003). Da Deriva dos Continentes a Teoria da Tectônica de Placas: uma abordagem epistemológica da construção do conhecimento geológico, suas contribuições e importância didática. *Geo.br*, 1, 1-23. URL: <https://www.academia.edu/download/33944471/celino.pdf>
- Chatterjee, S., & Rudra, D. K. (1996). KT events in India: impact, rifting, volcanism and dinosaur extinction. *Memoirs of the Queensland Museum*, 39(3), 489-532. URL: <http://www.scopus.com/inward/record.url?scp=0030427475&partnerID=8YFLogxK>. Acesso 13.04.2023.
- Fucugauchi, J. U., & Cruz, L. P. (2015). Estructura interna y composición de la Tierra. La química: el funcionamiento del universo, los seres vivos y las actividades humanas. *El Colegio Nacional*. p. 35-56. URL: bit.ly/43tQOsH. Acesso 13.04.2023.
- Jerram, D. (2018). *Introdução à vulcanologia*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Keller, G., Sahni, A. & Bajpai, S. (2009). Vulcanismo Deccan, extinção em massa KT e dinossauros. *J. Biosci.*, 34, 709-728. doi: 10.1007/s12038-009-0059-6.
- Ma, M., Zhang, W., Zhao, M., Qiu, Y., Cai, H., Chen, J., & Liu, X. (2022). Deccan traps volcanism implicated in the extinction of non-avian dinosaurs in southeastern China. *Geophysical Research Letters*, 49, e2022GL100342. doi: 10.1029/2022GL100342.
- Nunes, J. C. (2002). Novos conceitos em vulcanologia: erupções, produtos e paisagens vulcânicas. *Associação Portuguesa de Geólogos. Geonovas*, 16, 5-22. URL: <http://www.geopor.pt/gnc/prog/vulcan.pdf>. Acesso 13.04.2023.
- Perez-Torrado, F. J., & Rodriguez-Gonzalez, A. (2015). ¿Cómo se miden las erupciones volcánicas? El índice de explosividad volcánica. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 23(1), 24-24. URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5424174&orden=0&info=link>. Acesso 13.04.2023.
- Press, F., Siever, R., Grotzinger, J., & Jordan, T. (2006). *Para entender a Terra*. Porto Alegre: Bookman.
- Robertson, K., Flórez, A., & Ceballos, J. L. (2002). Geomorfología volcánica, actividad reciente y clasificación en Colombia. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 11(1-2), 37-76. URL: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/71596>. Acesso 13.04.2023.
- Sigurdsson, H., Houghton, B. F., McNutt, S. R., Rymer, H., & Stix, J. (2000). *Encyclopedia of volcanoes*. San Diego: Elsevier.
- Silva, E. R. F. da, & Araújo, R. L. de, (2018). *Utilização da maquete, como recurso didático para o ensino da geografia*. In: Colóquio Internacional de Educação Geográfica, 1, Maceió. *Anais...*, Maceió, v. 1, n. 1, p. 1-11. URL: <https://www.seer.ufal.br/ojs2-somente-consulta/index.php/educacaogeografica/article/view/4419/3189>. Acesso 13.04.2023.
- Silva, V. da, & Muniz, A. M. V. (2012). A geografia escolar e os recursos didáticos: o uso das maquetes no ensino-aprendizagem da geografia. *Geosaberes: Revista de Estudos Geoducionais*, 3(5), p. 62-68. URL: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=552856435008>. Acesso 13.04.2023.
- Simielli, M. E. R., Girardi, G., Bromberg, P., Morone, R., & Raimundo, S. L. (1992). Do plano ao tridimensional: a maquete como recurso didático. *Boletim Paulista de Geografia*, (70), 5-22. URL: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/924>. Acesso 13.04.2023.
- Teixeira, W., Fairchild, T. R., Toledo, M. C. M. D., & Taioli, F. (2009). *Decifrando a Terra*. 2 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional.
- Wicander, R., & Monroe, J. S. (2016). *Fundamentos de Geologia*. São Paulo: Cengage Learning.