

Ensino não-formal e divulgação das Geociências por meio da Educação Ambiental

NON-FORMAL EDUCATION AND DIVULGATION OF GEOSCIENCES BY ENVIRONMENTAL EDUCATION

ARIANE MENDES PINTO¹, LUIZA FERREIRA DA SILVA², ANA KATIUSCIA PASTANA DE SOUSA WEBER³

1 - UNIVERSIDADE DO PORTO, FACULDADE DE CIÊNCIAS DO PORTO (FCUP), MESTRANDA, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO AMBIENTE, PORTO, PORTUGAL.

2 - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS (PUC-MG), ESTUDANTE DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HIDROGEOLOGIA, MINAS GERAIS, BRASIL.

3 - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, MESTRE EM GEOLOGIA, CEARÁ, BRASIL.

Abstract: Introduction. This article highlights the importance of Geology in the development of critical thinking in children living in mining areas. **Objective.** The Germinar Environmental Education program, located in the city of Ouro Branco, Minas Gerais, was used as a case study to provide Geoscience-based solutions for problems caused by the exploitation of natural resources and to form individuals aware of the importance of the environment. **Methodology.** The study consisted of a series of pedagogical activities, including outdoor classes and virtual reality activities. **Results and Conclusion.** The results showed that students lack familiarity with geological concepts, but the use of innovative technologies and pedagogical practices can contribute to environmental awareness and knowledge about their surrounding environment.

Resumo: Introdução. Este artigo destaca a importância da Geologia no desenvolvimento do pensamento crítico de crianças em áreas de mineração. **Objetivo.** O programa de Educação Ambiental Germinar, na cidade de Ouro Branco, Minas Gerais, foi utilizado como estudo de caso para fornecer soluções baseadas em Geociências para os problemas causados pela exploração de recursos naturais e formar indivíduos conscientes da importância do meio ambiente. **Metodologia.** O estudo compreendeu a elaboração de uma série de atividades pedagógicas, incluindo aulas em ambiente externo e atividades de Realidade Virtual. **Resultados e Conclusão.** Os resultados mostraram que os alunos apresentam falta de familiaridade com conceitos geológicos, mas a utilização de tecnologias inovadoras e práticas pedagógicas pode contribuir para a conscientização ambiental e do meio em que vivem.

Citation/Citação: Pinto, A. M., Ferreira, L., & Weber, A. K. P. S. (2023). Ensino informal e divulgação das Geociências por meio da Educação Ambiental. *Terræ Didática*, 19(Publ. Contínua), 1-10, e023011. doi: 10.20396/td.v19i00.8672229.



Artigo submetido ao sistema de similaridade

Keywords: Environmental Education Program, Geology, Mining, Pedagogical Practices, Virtual Reality.

Palavras-chave: Programa de Educação Ambiental, Geologia, Mineração, Práticas Pedagógicas, Realidade Virtual.

Manuscript/Manuscrito:

Received/Recebido: 02/02/2023

Revised/Corrigido: 23/02/2023

Accepted/Aceito: 16/05/2023

Editor responsável: Celso Dal Ré Carneiro 

Revisão de idioma (Inglês): Hernani Aquini Fernandes Chaves 



Introdução

Um dos objetivos das Geociências é oferecer soluções para os problemas causados pela exploração de recursos naturais. Embora a grade curricular brasileira inclua conteúdos geocientíficos nas disciplinas de Biologia, Geografia, Química e outras no ensino fundamental e médio, ainda há dificuldades na abordagem da Geologia, por ser considerada interdisciplinar. No Brasil, é essencial incluir assuntos relacionados à Geologia no ensino básico e em outros canais educacionais não formais, considerando que o homem pode modificar a superfície terrestre mais rapidamente do que alguns processos naturais. A formação adequada de profissionais e a disponibilidade de estratégias e recursos didáticos são pontos críticos para o ensino da disciplina, como apontado por Souza (2016).

Este trabalho aborda o ensino não formal e a divulgação de práticas geocientíficas relacionadas à exploração de recursos naturais, concentrando-se em sítios geológicos e geomorfológicos associados à cidade de Ouro Branco, Minas Gerais, para crianças do ensino básico, fundamental e a comunidade, sob uma perspectiva interdisciplinar fora do âmbito da sala de aula. O fato de a cidade de Ouro Branco estar localizada no Quadrilátero Ferrífero (QF), uma região com forte presença da atividade mineradora, torna ainda mais relevante a abordagem dos temas. A geomorfologia local, localizada em meio a serras e parques estaduais, oferece um contato direto com a natureza e com a atividade mineradora, que sustenta a economia da região.

O Programa Germinar-Gerdau Açominas foi escolhido para a intervenção educacional/divulga-

ção por ser um programa de Educação Ambiental com atividades carentes de conhecimentos geocientíficos e minerários. Nesse contexto, a pergunta norteadora do trabalho é: a utilização de práticas educacionais geocientíficas pode auxiliar no desenvolvimento do pensamento crítico do indivíduo acerca do ambiente em que vive?

Objetivos

Os principais objetivos do trabalho estão voltados à promoção da Educação Ambiental em programas relacionados à mineração, utilizando o ensino não formal e a divulgação de atividades práticas geocientíficas no Biocentro Germinar. Busca-se, assim, oferecer uma abordagem educativa inovadora, que vá além do ensino tradicional em sala de aula, visando despertar nos participantes uma consciência ambiental mais profunda e uma compreensão dos impactos da exploração de recursos naturais. Pretende-se avaliar a qualidade e eficácia das estratégias e recursos utilizados no ensino não formal e de divulgação das Geociências implementados no Biocentro. Isso envolve a análise do impacto das atividades pedagógicas em termos de conhecimento adquirido, engajamento dos participantes e mudanças de comportamento em relação ao meio ambiente.

Estado da arte

A importância das Geociências no âmbito educacional e sócio-ambiental

O conceito e o conjunto sistêmico das ciências da Terra mostram o quão abrangente é a área e o estudo das Geociências, em um contexto que engloba o conhecimento de diversos ramos, como biologia, geografia, matemática, química, física e história (Souza, 2016).

O conhecimento em Geociências apresenta grande importância para o cotidiano dos cidadãos, pois abre possibilidades da sociedade tomar decisões e compreender as aplicações dos conhecimentos sobre a dinâmica natural na melhoria da qualidade de vida (Bacci, 2015, p. 132).

A relevância das Geociências e a visão sistêmica que elas proporcionam caracterizam e definem a geração de indivíduos com pensamentos críticos acerca da coletividade e de um desenvolvimento sustentável (Pirinha & Carneiro, 2009). Junto com

a globalização e o entendimento básico de cidadania, um indivíduo responsável, que possui direitos e deveres, reconhece os problemas relacionados ao meio ambiente e adequa-se para seu cotidiano e futuro, tendo uma convivência harmônica com os demais seres vivos e uso e ocupação apropriado do espaço natural.

O conhecimento da Geologia está completamente relacionado à atuação da sociedade na natureza, possibilitando a inclusão social na medida em que a compreensão da ciência por todos permite que o sujeito perceba sua participação real no mundo (Compiani, 2002, p.162).

Segundo Carneiro (2004), “A Educação Básica é privilegiada para se formar uma cidadania responsável e consequente, graças à introdução e preocupações ambientais, ao lado de outros conceitos”. Nas últimas décadas, as Ciências da Terra foram gradativamente retiradas do currículo da Educação Básica brasileira e atualmente estão restritas às disciplinas de geografia e ciências do Ensino Fundamental (Carneiro, Toledo & Almeida, 2004, Compiani, 1996, Guimarães, E. M, 2004).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2017 “[...] define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens básicas que todos os alunos devem desenvolver em todas as etapas e modalidades da Educação Básica” (Brasil, 2017). A BNCC é referência nacional para o desenvolvimento curricular, orientando o que deve ser abordado nos livros didáticos da educação básica e atribuindo-lhes unidades temáticas e competências. Portanto, a formação e a educação de indivíduos com responsabilidades estão nos primeiros anos de sua formação escolar, em parceria com a educação familiar, acerca da sustentabilidade e Educação Ambiental, para que os alunos consigam estabelecer um crescimento harmônico no local em que vivem e que cresçam com pensamentos críticos e éticos.

Segundo Compiani (2005), os fundamentos de Geologia/Geociências são de grande importância tanto para o Ensino Fundamental, que engloba crianças do 5º ao 9º ano, quanto para o Ensino Básico, no qual os estudantes desenvolvem habilidades intelectuais por meio de atividades interdisciplinares de campo, a fim de aumentar o interesse e a compreensão sobre a dinâmica do planeta Terra e os recursos naturais que dela advêm. Além disso, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) fomentam a ideia de que as Ciências da Natureza ou as Geociências se utilizam de atividades com o

formato didático e lúdico aproximando as crianças ao meio natural e seus recursos, motivando circunstâncias prazerosas em contato com a natureza com o objetivo de intensificar o conhecimento científico (Souza, 2016).

Compiani (2005) também ressalta que a atividade de campo em Geologia/Geociências e a interação com a natureza estimulam as crianças a ter um envolvimento com o meio ambiente, visão geológica “explicando a história do planeta por meio de um raciocínio histórico” e ocupação do espaço público com responsabilidade e conscientização dos problemas socioambientais.

Oficinas didáticas e recursos tecnológicos: práticas para o ensino não formal e divulgação das Geociências

A carência de projetos e divulgação das Geociências para a sociedade como um todo fomenta a real necessidade de criação de programas científicos articulados sobre o assunto tanto para educação formal como para a comunidade (Souza, 2016).

Uma oficina é, pois, uma oportunidade de vivenciar situações concretas e significativas, baseada no tripé: sentir- pensar-agir, com objetivos pedagógicos. Nesse sentido, a metodologia da oficina muda o foco tradicional da aprendizagem (cognição), passando a incorporar a ação e a reflexão. Em outras palavras, numa oficina ocorrem apropriação, construção e produção de conhecimentos teóricos e práticos, de forma ativa e reflexiva (Paviani & Fontana, 2009, p.78).

Para Moreira (2014) há várias atividades no Brasil e no mundo que abrangem aspectos geológicos e ambientais. O mesmo enfatiza o geoturismo como um dos meios interativos mais eficientes, como por exemplo, as trilhas interpretativas guiadas por profissionais qualificados, pois têm a finalidade de enriquecer as experiências dos visitantes, podendo favorecer a conscientização ambiental e geológica da região. Um bom exemplo disso é o Parque Nacional do Iguaçu (PR) e no Arquipélago Fernando de Noronha (PE), onde os visitantes, sendo eles adultos ou crianças, recebem panfletos didáticos e informações geológicas do local.

Almeida et al. (2016) descrevem ações interdisciplinares de divulgação das Geociências do Departamento de Geologia/IGEO/UFRJ, concentrando-se em conceitos geológicos a partir da oferta de cursos de capacitação de professores e elaboração

de materiais didáticos dos principais tipos de rochas e minerais, além de textos explicativos distribuídos nas escolas públicas do estado. Os autores também elaboram livros que auxiliam no processo de aprendizagem com foco em Educação Ambiental

Segundo Wunsch et al. (2017) as tecnologias computacionais modernas, com o uso da internet, propiciam o compartilhamento de informações. Com informações, relevantes ou não, as pessoas alcançam imediatamente o que acontece no outro lado do mundo. Há diversas maneiras para se encaixar a tecnologia em práticas pedagógicas, porém em um contexto tecnológico e computacional, não menos visível e cada vez mais fazendo parte da nossa linguagem cotidiana, vimos alçar-se a Realidade Virtual (RV), método cada vez mais usado nos ambientes educacionais principalmente no ensino básico e fundamental de escolas estaduais para estudo das disciplinas de geografia e biologia.

Oshima (2017) descreve a interação dos alunos do ensino fundamental na Escola Estadual Santa Rosa de Lima, na periferia de São Paulo, com os óculos de RV por meio do aplicativo *Google Expedition* fazendo parte da aula de ciências trazendo uma imersão com ambientes virtuais facilitando a compreensão dos conteúdos com uma aula interativa e descontraída, atraindo a atenção dos alunos.

Programa de Educação Ambiental na Mineração

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) tem um papel crucial na regulação ambiental da atividade mineradora, sendo responsável por avaliar e conceder as Licenças de Instalação (LI) e de Operação (LO) para as empresas que desejam explorar minérios no país. Além disso, o MMA é responsável por formular e coordenar políticas ambientais, bem como acompanhar e supervisionar a execução dessas políticas, garantindo que as atividades de mineração sejam realizadas de forma sustentável e responsável.

O Ministério também trabalha em parceria com outros órgãos reguladores, como a ANM (Agência Nacional da Mineração), para garantir que as empresas cumpram as normas ambientais estabelecidas pelo governo. Em resumo, o MMA é fundamental para o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a proteção do meio ambiente no setor de mineração (Farias & Coelho, 2002).

Entendem-se por Educação Ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhe-

cimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (Brasil, 1999, p. 1).

Assim, as empresas de mineração têm adotado uma gestão voltada para o cumprimento das diretrizes ambientais estabelecidas pelo Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Isso tem gerado um compromisso e uma responsabilidade com as questões relacionadas à biodiversidade, preservação da natureza, socioambientais e socioculturais, por meio de medidas compensatórias e mitigadoras, conforme previsto na Lei 9.795/99 (Farias & Coelho, 2002).

A Lei 9.795/99 afirma que as atividades de licenciamento devem implementar e manter, sem prejuízo de outras ações, programas de Educação Ambiental como medidas compensatórias e mitigadoras. O Programa de Educação Ambiental (PEA) tem o objetivo de sensibilizar o indivíduo para a preservação ambiental. As ações são desenvolvidas por vários meios como: palestras, oficinas e eventos com foco em temas como legislação ambiental, Área de Preservação Permanente (APP), conservação de nascentes, resíduos sólidos, entre outros (Brasil, 1999).

Gerdau Açominas e Programa Germinar

A cidade de Ouro Branco e os municípios próximos como Congonhas, Conselheiro Lafaiete e Ouro Preto possuem a mineração como marco de sua história e crescimento econômico. Segundo dados do IBGE (2022), Ouro Branco foi marcada pela descoberta do ouro pelos bandeirantes em aproximadamente 1694, de coloração esbranquiçada dando assim origem ao próprio nome. Os seus primeiros habitantes foram os índios da tribo Carijó ao “pé da serra” do Ouro Branco seguidamente por aqueles a procura do ouro junto ao ex- integrante da bandeira Borda Gato. Após o ciclo do ouro vieram diversos ciclos de origem agrícola e nas últimas décadas a extração do minério de ferro.

De acordo com a Gerdau (2023) em 1976 a empresa Açominas siderúrgica no seguimento de aço foi instalada na cidade de Ouro Branco e Congonhas trazendo emprego e urbanização para ambas as cidades e desde então o crescimento e a economia das mesmas são baseadas neste setor e na extração de minério de ferro das Minas de Miguel Burnier e Várzea do Lopes.

Inspirado no trinômio educação, ambiente e cidadania, o Programa Germinar, capacita jovens e adultos por meio de programas educativos que atuam na formação de cidadãos com conhecimento para atuarem de forma participativa e responsável em relação ao meio ambiente além de outras atividades com a comunidade regional. Criado com a finalidade de atender às diretrizes da política ambiental da empresa, seguindo os critérios da Lei 9.795 de 27 de abril de 1999 o Programa Germinar de Educação Ambiental abrange os municípios de Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Itabirito, Moeda, Ouro Branco e Ouro Preto, há 30 anos (Gerdau, 2023).

O Programa dispõe de um Biocentro com 48 hectares de áreas preservadas e estrutura adequada para atendimento aos visitantes. Conta ainda com a Praça dos Biomas, em que os visitantes podem conhecer de perto a representação de alguns dos mais importantes ecossistemas brasileiros: Cerrado, Campos Rupestres, Mata Atlântica, Restinga, Caatinga e Campos de Altitude. O Biocentro também atende colaboradores da Gerdau com ações para motivar a atuação responsável em todos os ambientes, como oficinas, reuniões e treinamentos no sistema de gestão ambiental (Gerdau, 2023).

Evolução geotectônica do Quadrilátero Ferrífero

O QF localiza-se na porção sudeste do estado de Minas Gerais, constituindo uma área aproximada de 7.000 km², em um contexto geotectônico está situado ao sul do Cráton São Francisco (Braga, 2006). A evolução nos terrenos neo-arqueanos está ligada à orogênese Rio das Velhas, que configura uma estrutura relacionada a arco magmático. O modelo evolutivo Rio das Velhas evidencia um ciclo de Wilson completo, que compreende nos seguintes estágios de evolução: geração de crosta oceânica, subdução da placa oceânica (relacionadas aos arcos magmáticos e plutono-vulcânico) e colisão, geração de granitos potássicos, seguida por estabilidade (Delgado et al., 2003). No Paleoproterozoico, após a estabilidade, desenvolveu-se uma sequência de sedimentação de margem passiva de 2,5 a 2,2 bilhões de anos, representada pelo Supergrupo Minas (Fig. 1), relacionada ao sistema orogênico Transamazônico, com magmatismo, metamorfismo e deformação (Teixeira, 1985).

Após a orogênese Brasiliana, a região onde se situa o QF entrou em estabilidade tectônica

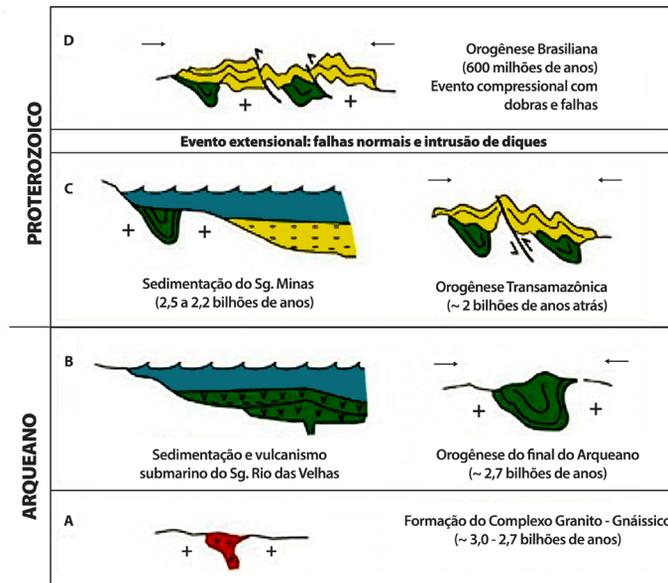


Figura 1. Quadro síntese da evolução geológica do QF. Adaptado de Ulhein & Noce (2012).

e passaram a predominar processos erosivos. O processo de erosão diferencial que atuou na região fez com que a sedimentação fosse constituída por importantes grupos de rochas do Grupo Itacolomi (Herz, 1978). Segundo Dorr (1969) o Grupo Itacolomi, retratado como sedimentação do QF, é representado por rochas quartzíticas, veios de quartzo, quartzitos conglomeráticos e lentes de conglomerados com seixos de itabirito, por isso o seu solo é mais arenoso. Para Alkmim (1985, apud Baltazar et al., 2005) a serra do Ouro Branco está inserida no extremo sul do Quadrilátero e da Serra do Espinhaço, sendo essa considerada como marco inicial do Espinhaço Meridional e atribuída ao Grupo Itacolomi.

Metodologia

Foi realizado um estudo de caso inserido em uma pesquisa essencialmente descritiva e que se insere no paradigma interpretativo. O problema de investigação consistiu em verificar se a aplicação de atividades de Educação Ambiental numa zona de mineração poderia sensibilizar os participantes para a compreensão de problemas sociais, económicos e ambientais de uma zona mineira. Para atingi-los, foram elaborados *banners*

educativos e didáticos sobre a evolução e Tempo Geológico da região, com ênfase na serra do Ouro Branco. Os *banners* foram usados para ajudar a contextualizar as atividades do programa Germinar e educar os visitantes sobre a história geológica da região.

Desenvolveram-se oficinas pedagógicas que incorporaram atividades lúdicas e recreativas no Biocentro Germinar. Essas oficinas permitiram que os alunos interagissem no Biocentro, explorando as rochas provenientes da serra do Ouro Branco e compreendendo melhor a relação entre essas rochas e a mineração local. Foi criada uma atividade prática utilizando óculos de realidade virtual (RV) para promover a interação dos alunos e visitantes com a serra do Ouro Branco. Essa atividade proporcionou uma experiência visual e sensorial única, permitindo que os participantes tocassem simultaneamente em amostras de rochas quartzíticas recolhidas em campo.

Por fim, implementaram-se os materiais didáticos construídos durante o estudo prévio, adaptando-os à rotina de visitação no programa Germinar. Esses materiais foram utilizados para auxiliar no processo educativo e de divulgação das Geociências no programa. O mesmo foi feito por meio de questionários analíticos e análise do *feedback* de alunos, professores e profissionais da área, garantindo que as atividades fossem efetivas e pudessem ser aprimoradas ao longo do tempo.

Amostras

A amostra consistiu na participação de 54 alunos do ensino básico e 126 alunos do ensino fundamental, ambos da rede pública e particular de ensino (total n = 180) (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização das amostras

Nível de Ensino	Nº de Alunos	Escolas	Meio em que vivem
Ensino Básico			
2º período	54	Escola Municipal	Meio Rural
Ensino Fundamental			
3º ano	16	Escola Particular	Meio Urbano
6º ano	53	Escola Municipal	Meio Urbano
7º ano	39	Escola Municipal	Meio Rural
9º ano	18	Escola Municipal	Meio Urbano

Os alunos do ensino básico pertencem ao 2º período com idades entre 5 a 6 anos e perfazem 30% do total de alunos participantes no projeto durante as práticas. Os 126 alunos do ensino fundamental pertencem ao 3º ano, 6º, 7º e 9º ano e possuem idades entre 7 a 14 anos representando 70% do público.

Instrumentos de investigação

Segundo Albertino (2004), o questionário é uma forma direta de recolha de dados, sendo que os conteúdos das perguntas podem ser de opinião ou de fato. Eles podem ser usados para gerar dados a mensurar se o objetivo proposto foi atingido ou não, podendo apresentar-se de forma fechada, aberta ou semiaberta. Aaker et al. (2001) expõem que, para a confecção de um questionário não há uma regra de procedimentos a serem seguidos para alcançar uma boa qualidade dos objetivos medidos, apenas cita etapas lógicas para o desenvolvimento, como: planejamento dos dados que serão medidos; formulação das questões conforme assunto proposto; definição do contexto e ordem das perguntas e o aspeto visual do questionário; teste do questionário e correção do problema, propõe também que bom senso, experiência e domínio do assunto por parte do pesquisador pode ajudá-lo evitar erros chegando mais próximo ao êxito de sua pesquisa.

Neste trabalho os questionários foram pensados e construídos a partir do tema proposto e validado por especialista na área. Foram elaborados dois questionários, ambos com dez questões e aplicados em diferentes momentos da investigação. Assim, o primeiro (ver Figura Suplementar 1 no Material Suplementar) serviu como diagnóstico dos saberes e foi aplicado antes do desenvolvimento das oficinas, ou seja, antes da intervenção realizada pelos investigadores. Neste questionário foram feitas perguntas relacionadas com o histórico de experiências do aluno com a Geologia, a realidade virtual, e passeios em serras entre outros.

O segundo questionário foi administrado para avaliar o impacto das oficinas após a intervenção, a fim de obter o *feedback* dos alunos. O intervalo entre a aplicação de cada questionário permitiu a comparação entre os saberes dos participantes antes e após as atividades (ver Figura Suplementar 2 no Material Suplementar).

Foram ainda realizados registos escritos de informações orais expresso pelos participantes e pelos professores que participaram nas atividades

desenvolvidas. Estes relatos foram alvo de análise de conteúdo e corroboraram os resultados da estatística descritiva realizada com os questionários.

Educação Ambiental- intervenção

O estudo pretendeu promover a Educação Ambiental no âmbito de uma intervenção de comunicação planeada e implementada pela primeira autora do presente artigo. As atividades práticas desenvolvidas podem ser aplicadas quer no âmbito da Educação não-formal (dirigida para um público específico e como complemento das aprendizagens escolares) ou para um público mais leigo por meio da comunicação/divulgação científica.

A nossa intervenção consistiu em desenvolver e implementar atividades de divulgação no Biocentro Germinar no âmbito da Educação Ambiental. Para a sua concretização foram elaborados diversos recursos como, por exemplo:

- um banner sobre a evolução do Tempo Geológico com as principais divisões éon, eras, períodos e idades, além de algumas ilustrações. Um segundo banner foi produzido com o tema Evolução Geológica do QF segundo Uhlen & Noce (2012), ilustrando e explicando as principais etapas da formação e evolução do QF, enfatizando as Formações da Serra do Ouro Branco e depósitos de ferro das minas de Miguel Burnier e Várzea do Lopes (concessões da Gerdau Açominas);
- um jogo, no qual foram impressas cinco folhas, com ilustrações do Eon Hadeano e as eras Arqueano, Proterozoico, Paleozoico, Mesozoico e Cenozoico. O objetivo foi permitir que os participantes compreendessem e memorizassem a escala a partir das ilustrações
- foram confeccionados cinco óculos em formato 3D, utilizando as imagens em 360º fotografadas no reconhecimento da área (Serra do Ouro Branco) com a intenção dos participantes usufruírem de uma experiência visual e sensorial da Geologia da serra do Ouro Branco de forma realista. As fotografias usadas foram compartilhadas no aplicativo *Google Street View/Cardboard* e Terra do Dinossauro Virtual. Os óculos foram feitos em uma impressora de corte, cujo *design* foi disponibilizado pelo Animalab na Uni-BH.

A intervenção consistiu na apresentação do banner sobre Tempo Geológico e uma explicação

dos principais acontecimentos da evolução do planeta Terra, inserindo o contexto regional como, por exemplo, a formação dos depósitos de ferro do QF e a serra do Ouro Branco.

A apresentação do banner do Tempo Geológico foi seguida pelo banner da evolução geológica do QF evidenciando as Formações do Supergrupo Minas. Após a explicação dos banners, foi aplicada a atividade do jogo onde a turma foi dividida em dois grupos. O objetivo da prática é de sequenciar as imagens da evolução do planeta Terra, instigando assim o entendimento e memorização, a competitividade e trabalho em grupo.

A prática de realidade virtual foi realizada de forma interativa. Os alunos visualizaram as imagens da serra do Ouro Branco, por meio dos óculos em formato 3D, tocando simultaneamente nas amostras de rochas quartzíticas recolhidas em campo. Além das imagens da serra, nessa prática também foi utilizado um aplicativo com imagens que simulavam o habitat dos dinossauros, tendo os participantes tido a oportunidade de vivenciar o período anterior à extinção destes animais.

Resultados e Discussão

Análise estatística dos questionários

Nesta seção, são apresentados os resultados da análise estatística dos questionários aplicados aos alunos do ensino fundamental. Os questionários foram utilizados como instrumento de investigação dos dados, com o objetivo de avaliar a percepção dos alunos em relação ao tema proposto. A análise dos dados foi realizada utilizando técnicas estatísticas descritivas e inferenciais.

Em relação aos alunos do ensino fundamental inicialmente foi observado a carência de conhecimentos sobre os temas propostos, devido a abordagem deficiente em disciplinas escolares e em projetos interdisciplinares, onde 83% dos alunos responderam não ter vivência com aulas ou contato com a Geologia, contudo 79% demonstraram em suas respostas a preocupação com meio ambiente que vivem, citando preocupações como por exemplo: “medo de que a água acabe”, “as florestas e serras desapareçam”, dentre outros.

Após a conclusão das práticas foi possível mensurar a percepção geral do assunto por meio da comparação de acertos entre o primeiro e segundo questionário (Fig. 2), onde foi despertado a curiosi-

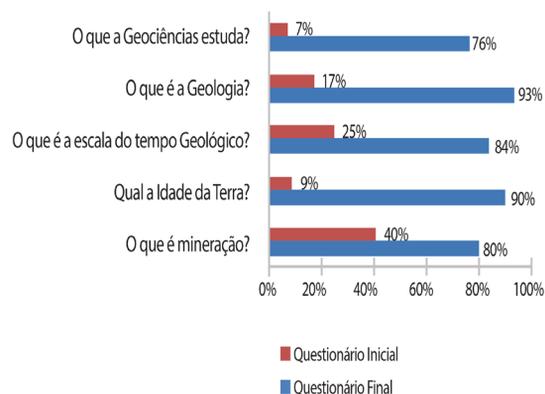


Figura 2. Comparativo em percentual dos acertos de questões em comum entre questionários inicial e final

dade e entendimento dos alunos acerca dos temas como a Geologia, Tempo Geológico, formação da serra do Ouro Branco e a mineração.

O despertar de interesse dos alunos pode ser explicado por 97% preferirem aulas e atividades em ambiente exterior a sala de aula, além da atividade lúdica de realidade virtual, onde 85% dos alunos não tinham o conhecimento do que se tratava e a pós a realização das práticas 81% deles disseram que essa atividade foi a mais interessante (Fig. 3). Em consequência, aproximadamente 92% deles disseram adquirir interesse em aprender sobre Geologia e conhecer lugares e paisagens como a da serra do Ouro Branco.

A cidade de Ouro Branco e a região vizinha apresentam um histórico econômico relacionado ao setor da mineração. Neste contexto quanto às consequências da atividade minerária, foi observado (Fig. 4) que 80% dos alunos responderam que há mineradoras instaladas em suas cidades.

Sobre os aspectos positivos observados a respeito dessas instalações, cerca de 69% relataram que essas

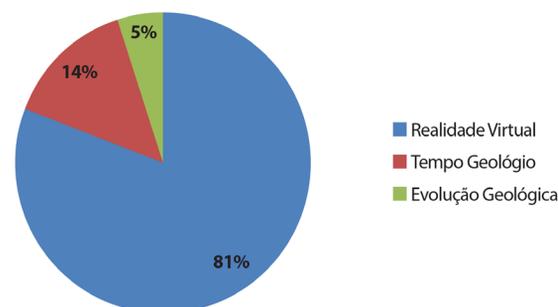


Figura 3. Percentual de preferência dos alunos pela prática de Realidade Virtual dentre as atividades apresentadas

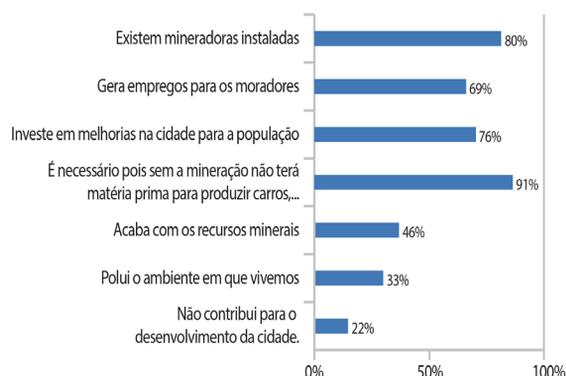


Figura 4. Implicações da mineração nas cidades de Ouro Branco, Conselheiro Lafaiete e Congonhas

empresas geram empregos aos moradores em consequência de a maioria desses alunos ter pelo menos 1 familiar trabalhando na área, 76% disseram que investem em melhorias na cidade para a população e 91% ressaltaram que a mineração é necessário pois sem ela não teria matéria-prima para produzir casas, carros dentre outros.

Entretanto, 46% dos alunos assumem que a mineração acaba com os recursos minerais, 33% reclamam que essa atividade polui o ambiente em que vivem e 22% dizem não observar a contribuição das empresas do ramo para o desenvolvimento da cidade. Portanto, os dados estatísticos mostram que os alunos apesar de terem percepção dos aspectos negativos, grande parte dessa percepção favorável é por consequência do vínculo empregatício de seus familiares.

Análise dos registros dos participantes

Nesta seção, serão apresentados os resultados da análise dos registros dos participantes, que incluem relatos dos alunos, professores e profissionais do local sobre as atividades desenvolvidas. A percepção dos alunos enquanto ao assunto pontuado ocorreu por meio das relações de desenvolvimento econômico e social nos empreendimentos minerários da região, juntamente com os ambientes naturais e morfológicos como a serra do Ouro Branco.

No ensino básico as práticas aplicadas dos *banners* do tempo e evolução geológica, jogo da memória e realidade virtual instigaram os alunos a imaginarem como era o início da formação do planeta e de como a vida surgiu.

Dentre as atividades, a que mais chamou atenção e a atenção e causou euforia foi a realidade virtual, na qual os participantes tiveram a oportunidade de conhecer a paisagem no alto da serra do Ouro Branco em que poucos já foram a passeio,

além de vivenciar o período quando os dinossauros viveram na Terra.

A partir das entrevistas com os alunos logo após o desenvolvimento das atividades, destacamos os seguintes depoimentos. Por razões éticas os nomes apresentados são fictícios.

João (2º Período): “Tia, gostei muito de ver como a serra é lá em cima, parece que eu estava andando em cima das pedrinhas e gostei de saber e andar com os dinossauros no período que eles viveram.”

Mariana (2º Período): “Tia gostei de saber como a terra formou, de quando não tinha vida e era só vulcões até quando a gente apareceu.”

Antônio Otávio (6º ano): “Gostei muito de saber como formou o nosso planeta e como ele evoluiu e evolui até hoje, gostei também dos óculos porque com eles parece que estamos naquele local que estamos vendo.”

Dos relatos dos professores e profissionais do local, selecionaram-se os seguintes trechos:

Shirley (Professora do 2º período): “Vou apresentar essa proposta dos óculos de realidade virtual aos diretores da escola, pois os alunos amaram e é uma forma de ensinar várias matérias além do aluno poder ter a experiências sensoriais do tema ensinado.”

Cláudia (Educadora Ambiental): “Os alunos estão encantados com vocês e com as atividades, amaram os óculos e queremos sim implantar uma oficina sobre Geologia usando eles e contamos com a ajuda de vocês, para nos ajudar nessa atividade e com o treinamento das educadoras.”

Os resultados indicaram que as atividades foram bem recebidas pelos alunos e pelos professores, com destaque para a atividade de realidade virtual, que despertou a curiosidade e o interesse dos alunos em relação ao tema abordado. Os professores também mostraram interesse em incluir a tecnologia de realidade virtual em suas práticas pedagógicas. Além disso, os profissionais locais destacaram que houve conscientização ambiental dos alunos, ressaltando a preocupação demonstrada pelos alunos em relação ao meio ambiente em que vivem. As atividades desenvolvidas despertaram interesse dos alunos em relação ao tema proposto. Apesar da carência de conhecimentos prévios sobre Geologia, o aumento no percentual de acertos das

questões em comum entre o primeiro e o segundo questionário evidencia que os alunos conseguiram compreender melhor o assunto.

Conclusão

A aplicação das práticas propostas no programa de Educação Ambiental despertou e contribuiu para o entendimento dos participantes sobre a temática de Geociências e possibilitou a promoção de mudanças atitudinais nos participantes. Os *banners* ilustram e explicam de forma clara e objetiva a formação e evolução do planeta estimulando os alunos a interagir com formas de relevo da região, como a serra do Ouro Branco. O jogo ajudou no entendimento de conhecimentos de Geologia e incentivou uma competitividade saudável assim como o trabalho colaborativo desenvolvido em pequenos grupos. O jogo ajudou, ainda, na evocação de saberes e seu relacionamento com conhecimentos prévios.

Promoveu-se a integração do trabalho no cronograma de atividades do programa Germinar da Gerdau Açominas suprimindo as atuais necessidades da inserção de práticas dirigidas para as Geociências. Mais ainda, potenciou-se a sua aplicação em qualquer outro programa de Educação Ambiental. Visto que o local de estudo é propício para várias atividades relacionadas com a temática da Educação Ambiental dirigida a questões de mineração, sugere-se que em futuros trabalhos sejam elabo-

radas práticas permanentes como, por exemplo, oficinas sensoriais de Geologia e mineração da região, com uso de minerais e rochas. Recomenda-se a realização de caminhadas guiadas em áreas de preservação, como o Parque Estadual Serra do Ouro Branco, utilizando-se os óculos de realidade virtual como atividade recreativa. Será ainda interessante o desenvolvimento de um minicurso no local, voltado ao treinamento de comunicadores e integrando saberes geológicos, meio ambiente e mineração.

Os resultados do trabalho foram positivos principalmente pelo fato de os moradores viverem em um ambiente com mineração. A atividade focalizou o impacto social, ambiental e econômico e seus aspectos positivos e negativos. Relembramos que é importante que cada empresa faça mais do que as leis demandam, que a comunidade seja favorecida por aquela indústria, que o meio ambiente e a biodiversidade sejam recuperados durante e após o fechamento das minas e, por fim, que o governo fiscalize corretamente para que não haja qualquer crime ou desastre ambiental na operação mineira.

Agradecimentos

As autoras expressam seu agradecimento ao Programa de Educação Ambiental Germinar - Gerdau Açominas e seus colaboradores pelo suporte fornecido durante a realização deste trabalho.

Taxonomia CRediT: • Contribuição dos autores: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Validação; Visualização; Escrita – rascunho original; Escrita – revisão & edição – Ariane Mendes Pinto. Conceitualização; Administração do projeto; Recursos; Supervisão; Escrita – revisão & edição: Luiza Ferreira da Silva. Investigação; Metodologia; Validação; Visualização; Escrita – rascunho original – Ana Katuscia Pastana de Sousa Weber. • 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 ao Programa de Educação Ambiental Germinar – Gerdau Açominas. Ouro Branco, Minas Gerais, MG, Brasil, pelo suporte fornecido durante a realização deste trabalho. • Financiamento: Não aplicável.

Referências

- Aaker, A., Kumar, V., & Leone, R. P. (2001). *Marketing research*. 7 ed. New York, NY, USA: John Wiley & Sons.
- Almeida, C. N., Araújo, C., & Mello, E. F. (2016). Geologia nas Escolas de Ensino Básico: a experiência do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. *Terrae Didatica*, 11(3), 150-161. doi: 10.20396/td.v11i3.8643643.
- Bacci, D. L. C. (2015). Ensino de Geociências no contexto escolar: múltiplas relações com a educação ambiental. In: Bacci, D. L. C. (Org.) (2015). *Geociências e Educação Ambiental*. E-Book. Curitiba: Ponto Vital. p. 129-151.
- Baltazar, O. F., Baars, F. J., Lobato, L. M., Reis, L. B., Achtschin, A. B., Berni, G. V., & Silveira, V. D. (2005). Mapa Geológico na Escala 1: 50.000 com Nota Explicativa. In: Lobato, L. M. (2005). *Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero. Integração e correção cartográfica em SIG com nota explicativa*. Belo Horizonte, MG: Codemig. URL: http://codemig.com.br/wp-content/uploads/2016/08/nota_explicativa_qf.pdf. Acesso 16.05.2023.
- Braga, S. C. M. (2006). *Modelagem estrutural e geofísica da porção centro-norte do Sinclinal Moeda, Quadrilátero Ferrífero, MG: Contribuição às Ciências da Terra*. Ouro Preto, MG: Departamento de Geologia. Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais. 113 f. URL: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/3363>. Acesso 14.05.2023.
- Brasil. (1999). *Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Polí-*

- tica Nacional de Educação Ambiental. Diário Oficial da União, 28 de abril de 1999, p. 1. URL: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso 24.02.2023.
- Brasil. Ministério da Educação. (2017). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC. URL: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso 09.05.2023.
- Carneiro, C. D. R., Toledo, M. C. M. D., & Almeida, F. F. M. de. (2004). *Dez motivos para a inclusão de temas de Geologia na Educação Básica*. *Revista Brasileira de Geociências*, 34(4), 553-560. doi: 10.25249/0375-7536.2004344553560.
- Compiani M. (1996). Geociências no Ensino Fundamental: formaram as galáxias divididinhas. Alguns exemplos com um estudo sobre o tema a formação do Universo. *Cadernos IG/Unicamp*, 4(2), 123-157. URL: https://www.academia.edu/31378447/Geoci%C3%A7%C3%A9ncias_no_ensino_fundamental_formaram_as_gal%C3%A1xias_divididinhas_-_alguns_exemplos_com_um_estudo_sobre_o_tema_A_Forma%C3%A7%C3%A3o_do_Universo. Acesso 16.05.2023.
- Compiani, M. (2002). Formación de profesores, profesionales críticos, em la enseñanza de Geociências frente a los problemas socio-ambientales. *Enseñanza de las Ciencias de La Tierra*, 10(2), 162-172. doi: 10.5565/rev/ens.1169.
- Compiani, M. (2005). Geologia/Geociências no ensino fundamental e a formação de professores. *Geologia USP: Publicação Especial*, 3, 13-30. doi: 10.11606/issn.2316-9095.v3i0p13-30.
- Delgado, I., Souza, J., Silva, L. da, Silveira Filho, N. C. da, Santos, R., Pedreira, A., Guimarães, J., ... & Perrotta, M. (2003). *Geotectônica do Escudo Atlântico; Geotectonics of the Atlantic Shield*. In: Bizzi, L. A., Schobbenhaus, C., Vidotti, R. M., & Gonçalves, J. H. (Eds.) (2003). *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. Serviço Geológico do Brasil-CPRM/Geological Survey of Brazil/CPRM. p. 227-334. URL: https://cprm.gov.br/publique/media/recursos_minerais/livro_geo_tec_rm/cap_V_a.pdf. Acesso 16.05.2023.
- Dorr II, J. V. N. (1969). *Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*. USGS Professional Paper, 641-A, 1-110. URL: <https://pubs.usgs.gov/pp/0641a/report.pdf>. Acesso 14.05.2023.
- Farias, C. E. G., & Coelho, M. J. (2002). *Mineração e Meio Ambiente no Brasil. Relatório para o CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos Ciência, Tecnologia e Inovação (CGEE)*. URL: https://www.cgce.org.br/documents/10195/734063/mineracao_e_meio_ambiente_no_brasil_1022.pdf/e86e431e-1a03-48d0-9a6e-98655ea257b6?version=1.0. Acesso 12.05.2023
- Gerdau. (2023). *Programa Germinar da Gerdau*. URL: <https://www.gerdau.com/br/pt/media-center/noticias/programa-germinar-da-gerdau>. Acesso 26.02.2023.
- Guimarães, E. M. (2004). A contribuição da geologia na construção de um padrão de referência do mundo físico na educação básica. *Revista Brasileira de Geociências*, 34(1), 87-94.
- Herz, N. (1978). *Rochas metamórficas do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil*. USGS Professional Paper, 641-C, 1-81. doi: 10.3133/pp641C.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2022). *Ouro Branco Minas Gerais, MG*. Rio de Janeiro: IBGE URL: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/minasgerais/ourobranco.pdf>. Acesso 03.12.2022.
- Moreira, J. C. (2014). Educação Ambiental e interpretação ambiental voltada aos aspectos geocientíficos: atividades geoeducativas, interpretativas e turísticas. In: Moreira, J. C. (2014). *Geoturismo e interpretação ambiental*. Ponta Grossa: Ed. UEPG. p. 43-56.
- Oshima, F. Y. A. (2017). *Realidade virtual na sala de aula*. Rev. Época. URL: <https://epoca.oglobo.globo.com/ideias/noticia/2016/01/realidade-virtual-na-sala-de-aula.html>. Acesso 21.01.2023.
- Paviani, N. M. S., & Fontana, N. M. (2009). *Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência*. Educação em Revista, v. 14, n. 2, p. 78. doi: 10.1590/S0102-46982009000200006.
- Pirinha, J. M., & Carneiro, C. D. R. (2009). O ensino de geologia como instrumento formador de uma cultura de sustentabilidade. *Revista Brasileira de Geociências*, 39(1), 129-137. doi: 10.25249/0375-7536.2009391129137.
- Souza, W. A. (2016). *Introdução de Geociências no ensino médio através de oficinas pedagógicas de mineração*. 66 f. Araxá: Cefet/MG Unidade Araxá, Departamento de Minas e Construção Civil. (Trab. Concl. Curso, Eng. Minas). URL: https://www.eng-minas.araxa.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/170/2018/05/Wane_Aparcida_de_Souza.pdf. Acesso 23.02.2023.
- Teixeira, W. (1985). *Evolução geotectônica da porção meridional do Cráton do São Francisco, com base em interpretações geocronológicas*. São Paulo: Universidade de São Paulo. (Tese Dout.). 207 f. URL: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44131/tde-24082012-133009/pt-br.php>. Acesso 08.02.2023.
- Uhlein, A., & Noce, C. M. (2012). *Quadrilátero Ferrífero*. In: Hasui, Y., Carneiro, C. D. R., Almeida, F. F. M. de, & Bartorelli, A. (Eds.) (2012). *Geologia do Brasil*. São Paulo: Ed. Beca. p. 228-235.
- Wunsch, L. P., Richter, A. P. H., & Machado, M. H. P. (2017). *Realidade virtual: apoio para a prática contextualizada e interdisciplinar na Educação Básica*. In: Anais do Congresso Nacional de Educação. Curitiba, Paraná, Brasil. URL: http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24758_13541.pdf. Acesso 11.01.2023.