



Ensino de Tempo Geológico na educação brasileira: revisão de escopo e Avaliação 'Reação-Aprendizagem-Impacto'

GEOLOGICAL TIME TEACHING IN BRAZILIAN EDUCATION: SCOPE REVIEW AND ASSESSMENT 'REACTION-LEARNING-IMPACT'

AUGUSTO SANTANA PALMA SILVA¹, PEDRO AUGUSTO LEÃO LIMA², KAREN RUGGERI SAAD³, PAULO FERNANDES SAAD³, LUIS ALBERTO VALOTTA⁴

1 PÓS-GRADUANDO EM METODOLOGIAS ATIVAS PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO (UNIVASF), CAMPUS CENTRO, PETROLINA, PE, BRASIL.

2 MESTRANDO EM DINÂMICAS DE DESENVOLVIMENTO DO SEMIÁRIDO, UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO (UNIVASF), CAMPUS CENTRO, PETROLINA, PE, BRASIL.

3 DOCENTE, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DINÂMICAS DE DESENVOLVIMENTO DO SEMIÁRIDO, UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO (UNIVASF), CAMPUS CENTRO, PETROLINA, PE, BRASIL.

4 DOCENTE, CURSO DE MEDICINA, UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO (UNIVASF), CAMPUS CENTRO, PETROLINA, PE, BRASIL.

E-MAIL: AUGUSTOLESTAT@GMAIL.COM, PEDROALEAO1@GMAIL.COM, KAREN.RUGGERI@UNIVASF.EDU.BR, PAULO.SAAD@UNIVASF.EDU.BR, LUIS.VALOTTA@UNIVASF.EDU.BR.

Abstract: Geological Time comprises the time between the consolidation of the Earth and the current moment. Its teaching is focused on efficient processes of scientific literacy and citizen education, and its use in classrooms should consider the best evidence available for decision-making processes. Current summary studies present as limitations non-systematic approaches to searching and a non-assessment related to student satisfaction in the process. A Scope Review was conducted to identify national studies on the theme followed by the evaluation of the manuscripts based on the reaction-learning-impact dimensions. The final sample was composed of three studies that addressed the scenarios of Elementary, High School and Technical Course. The dimensions were poorly addressed, representing pedagogical gaps related to efficient teaching. It is recommended to conduct future summary studies based on a systematic perspective, as well as practical approaches aimed at overcoming the identified gaps.

Resumo: Tempo Geológico compreende o tempo decorrente entre a consolidação da Terra e o momento atual. Seu ensino encontra-se voltado a processos eficientes de alfabetização científica e formação cidadã, devendo seu emprego em salas de aula considerar as melhores evidências disponíveis para processos de tomada de decisão. Abordagens não sistematizadas de busca e uma não avaliação relacionada à satisfação discente do processo constituem limitações, indicadas por estudos recentes de síntese. Conduziu-se uma Revisão de Escopo voltada à identificação de estudos nacionais acerca da temática seguida da avaliação dos manuscritos a partir das dimensões reação-aprendizagem-impacto. A amostra final foi composta de três estudos que abordaram os cenários de Ensino Fundamental, Médio e Curso Técnico. As dimensões foram fracamente abordadas, representando lacunas pedagógicas relacionadas a um ensino eficiente. Recomenda-se a condução de futuros estudos de sumarização pautados em uma perspectiva sistemática, bem como abordagens práticas voltadas à superação das lacunas identificadas.

Citation/Citação: Silva, A. S. P., Lima, P. A. L., Saad, K. R., Saad, P. F., & Valotta, L. A. (2022). Ensino de Tempo Geológico na educação brasileira: revisão de escopo e Avaliação 'Reação-Aprendizagem-Impacto'. *Terraê Didática*, 18(Publ. Contínua), 1-9, e022038. doi: 10.20396/td.v18i00.8671540.

Keywords: Geoscience, Teaching, Learning.

Palavras-chave: Geociências, Ensino, Aprendizagem.

Manuscript/Manuscrito:

Received/Recebido: 24/11/2022

Revised/Corrigido: 07/12/2022

Accepted/Aceito: 12/12/2022



Introdução

Geociências compreendem a maneira pela qual as distintas esferas que compõem o planeta (geosfera, hidrosfera, atmosfera, biosfera) interagem por meio da dinâmica do sistema terrestre (Greco, 2018). Apresenta uma natureza de compreensão, apreensão e explicação interdisciplinar, uma vez que seus componentes (esferas) e dinâmicas (individuais e interativas) devem considerar a presença e ações antrópicas ao longo do tempo, mais especificamente, do Tempo Geológico (Greco, 2018, Souza & Furrier, 2020).

Apesar de não haver convergência entre autores acerca de sua conceituação (Chaves et al., 2019), é possível definir o Tempo Geológico como sendo o período temporal decorrente desde a etapa final de consolidação da Terra até o momento presente (Chaves et al., 2018). A noção resulta de um complexo processo de debates experimentais e filosóficos, cujas tentativas de explicação ora abordavam elementos dogmáticos, ora evidências biológicas e geológicas (Saraiva Junior, 2013). Embora por vezes empregado como sinônimo de tempo profundo, sua compreensão envolve a perspectiva de dois

aspectos: (1) o tempo absoluto (ou quantidade de tempo) e; (2) o tempo relativo (ou o sequenciamento de eventos) (Greco, 2018).

No contexto pedagógico, o ensino de Tempo Geológico deve considerar uma abordagem contextualizada da relação história natural x história social, sob o risco de um processo de aprendizagem enviesado e restrito à memorização de intervalos temporais específicos, desconsiderando: (a) a perspectiva evolutiva e; (b) a interação (e influência) dos seres vivos no espaço geográfico ao longo do tempo (Saraiva Junior, 2013). Em outros termos, o Tempo Geológico e o seu respectivo processo de ensino-aprendizagem (que orientam objetivos de ensino – o que se deseja ensinar – e objetivos de aprendizagem – o que se espera que o educando aprenda) devem considerar abordagens multi(inter)transdisciplinares, sob a forma do desenvolvimento de competências cognitivas (em termos de pensamento crítico – por sua vez envolvendo, mas não se limitando à capacidade, pelo aprendente em identificar aspectos centrais de uma argumentação e/ou ser capaz de reconhecer relações entre conceitos e/ou realizar inferências adequadamente e/ou ser capaz de solucionar problemas) acerca da esfera terrestre na qual docentes e discentes não apenas adotem uma abordagem pautada na química, física, biologia e geografia, mas também história (e, conseqüentemente, comportamentos, culturas, educação, meio ambiente e política) (Tiruneh et al., 2014, Greco, 2018). Desse processo, resulta a possibilidade de construção de pontes e aproximação entre saberes aparentemente não relacionados e ou distintos – fazendo do ensino de Tempo Geológico um contributo fundamental não apenas à alfabetização científica, mas também à formação e desenvolvimento de uma autonomia e corresponsabilidade cidadãs (o alunado, ao se dar conta dos aspectos relacionados à origem e formação dos recursos, bem como da sua finitude, poderá adotar uma postura consciente em relação ao manejo dos bens disponíveis, ressignificando comportamentos e crenças predominantemente predatórias) (Greco 2018, Saraiva Junior, 2013).

O desenvolvimento de uma perspectiva crítico-reflexiva relacionada ao Tempo Geológico pode assegurar um correto desenvolvimento discente do senso das proporções acerca da ocorrência de fenômenos, sendo necessário (para tanto) o desenvolvimento de competências que permitam ao alunado a percepção da presença do conteú-

do abordado em sala de aula em seu cotidiano, de tal maneira a corroborar em um processo de incorporação do conteúdo como consequência da autopercepção de sua relevância e significância pedagógica (ou seja, aprendizagem significativa) (Hinchliffe, 2011). O contexto, por sua vez, demanda o emprego de estratégias pedagógicas exitosas, fruto de experiências prévias nas quais a avaliação crítica do processo em si seja objeto de interesse de educadores/pesquisadores, assegurando a determinação de indicadores pedagógicos que permitam a discussão acerca do processo de ensino-aprendizagem (Abbad et al., 2000).

Em relação à produção científica envolvendo o ensino de Tempo Geológico, Chaves et al. (2019) apontam para o fato de esta limitar-se a ações pontuais e/ou relacionar-se ao uso de ferramentas didáticas como estratégias facilitadoras do processo. Outros autores (Saraiva Junior, 2013, Cervato & Frodeman, 2012, Bacci, 2015, Chaves et al., 2018, Greco, 2018) (e de maneira semelhante aos autores previamente citados), apesar de assinalar os benefícios obtidos a partir de práticas docentes diversas relacionadas ao ensino de Tempo Geológico, apresentam como principais limitações: (a) falta de levantamentos bibliográficos sistemáticos (Aromataris & Munn, 2020); (b) escassez de análises das evidências quanto à eficiência das intervenções em termos de satisfação do alunado em relação a recursos empregados, resultados observados e desempenho docente (Abbad et al., 2000).

O presente estudo busca resumir, de maneira sistematizada (objetiva, transparente e reproduzível), evidências acerca da produção científica envolvendo o processo de ensino-aprendizagem de Tempo Geológico em instituições de ensino brasileiras, ao mesmo tempo em que procura determinar indicadores pedagógicos relacionados à eficácia das ações conduzidas a partir da perspectiva discente.

Métodos

Conduziu-se uma Revisão de Escopo da literatura, cujo protocolo encontra-se registrado no banco de dados *Open Science Framework* (Silva, 2022). Para a condução do estudo, foram adotadas as recomendações do Instituto Joanna Briggs (Aromataris & Munn, 2020), na forma do emprego da estratégia População-Conceito-Contexto (PCC) para a formulação da seguinte pergunta norteadora:

Como as variáveis Reação-Aprendizagem-Impacto (População) são abordadas ao longo do processo de ensino-aprendizagem envolvendo a temática do Tempo Geológico (Conceito) em instituições de ensino brasileiras (Contexto)?

Os manuscritos a compor a Amostra Final deveriam apresentar os seguintes critérios para elegibilidade: (1) disponibilidade em sua íntegra; (2) publicação sob o formato de artigo original ou relato de experiência ou resumo (simples ou expandido) ou Trabalho de Conclusão de Curso (monografia, Dissertação ou Tese); (3) encontrar-se redigido em português ou inglês e; (4) ter como público-alvo aprendentes de Instituições de Ensino (Fundamental e ou Médio e ou Superior) brasileiras. Manuscritos indisponíveis ou disponíveis parcialmente e ou publicados sob outro formato e ou em outro idioma e ou que não envolvessem discentes brasileiros foram desconsiderados.

A busca foi realizada em agosto de 2022 utilizando-se computador pessoal de um dos revisores (ASPS) e rede de acesso pessoal à Internet. Para a estratégia de busca, utilizaram-se descritores relacionados (1) ao processo de ensino-aprendizagem (aprendendo; aprender; aprendido; aprendizagem; ensinando; ensinar; ensino; ensino-aprendizagem) e; (2) Tempo Geológico (próprio termo), os quais foram combinados utilizando-se o operador booleano AND, perfazendo oito estratégias de busca distintas (aprendendo AND “tempo geológico”; aprender AND “tempo geológico”; aprendido AND “tempo geológico”; aprendizagem AND “tempo geológico”; ensinando AND “tempo geológico”; ensinar AND “tempo geológico”; ensino AND “tempo geológico”; ensino-aprendizagem AND “tempo geológico”) cujos resultados deveriam compor a seção Título dos manuscritos.

A busca foi realizada em seis bancos de dados distintos:

1. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
2. Biblioteca Virtual em Saúde;
3. Google Acadêmico;
4. *Pesquisas em Geociências* (Online);
5. *Scientific Electronic Library OnLine* (SciELO)
6. *Terræ Didática*.

Após a identificação de citações gerais, procedeu-se à exclusão daquelas em duplicata, seguido da leitura (quando possível) de Títulos e Resumos dos manuscritos e aplicação dos critérios para elegibili-

dade (manuscritos que não apresentavam a seção resumo foram lidos integralmente). Foram excluídos manuscritos que: (a) não envolveram o ensino de Tempo Geológico a estudantes brasileiros e ou (b) fora do tema de interesse e ou (c) sob outro formato de publicação e ou (d) de natureza teórica e ou (e) não disponíveis integralmente. Após determinação da Amostra Final, procedeu-se à leitura dos manuscritos em sua íntegra, onde foram extraídas informações referentes (1) ao formato de publicação; (2) aos objetivos do estudo; (3) ao público-alvo e cenário de prática; (4) forma de abordagem e; (5) à presença das dimensões Reação-Aprendizagem-Impacto, esta última em conformidade aos aspectos propostos por Abbad et al. (2000), descritos a seguir.

Determinação das dimensões reação-aprendizagem-impacto

As dimensões Reação-Aprendizagem-Impacto (Abbad et al., 2000) são, individualmente e à exceção da Aprendizagem, compostas por categorias e subcategorias. Cada categoria poderia estar (a) presente integralmente (quando todas as suas respectivas subcategorias se encontravam presentes nos manuscritos); (b) presente parcialmente (quando pelo menos uma subcategoria não se fazia presente) ou; (c) ausente (quando não houvesse menção a todas as subcategorias).

Reação compreende a (in)satisfação do participante relacionada à qualidade da aula e à performance do educador, sendo composta por cinco aspectos: (1) programação; (2) apoio ao desenvolvimento da aula; (3) aplicabilidade e utilidade da aula; (4) resultados e; (5) suporte organizacional. (1) Programação está associada à opinião do aprendente em relação à qualidade da aula em termos de (a) clareza dos objetivos; (b) compatibilidade entre os objetivos propostos e a necessidade de sua abordagem; (c) suficiência de carga horária e; (d) adequação e ordenação do conteúdo aos objetivos; (2) Apoio ao desenvolvimento da aula compreendem a opinião do aprendente acerca (a) da qualidade das instalações utilizadas (sala de aula) e; (b) da quantidade, organização e qualidade do material didático utilizado; (3) Aplicabilidade e utilidade da aula compreende a opinião do aprendente quanto ao valor instrumental do processo pedagógico em termos (a) de capacidade resolutive de problemas; (b) de aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos e; (c) de conveniência de disseminação do conteúdo abordado a terceiros; (4) Resultados envolvem a opinião do participante quanto à efetividade da

aula em termos (a) de capacidade de assimilação de conteúdo; (b) de desenvolvimento de competências que o tornaram capaz de (futuramente) reconhecer contextos em que as competências desenvolvidas deverão ser corretamente aplicadas; (c) oportunidades de melhoria do desempenho e; (d) fomentar a integração interpessoal e; (5) Suporte organizacional avalia a expectativa do aprendiz quanto ao apoio organizacional percebido, esta atuando enquanto variável facilitadora do processo ensino-aprendizagem, quanto: (a) à disponibilidade de recursos; (b) oportunidades e; (c) clima favorável ao emprego das novas habilidades (Abbad et al., 2000). *Aprendizagem* diz respeito ao grau de assimilação de conteúdos abordados durante o processo pedagógico, quantificado mediante emprego de testes e ou provas aplicadas ao final do processo (Abbad et al., 2000). *Impactos* neste estudo dizem respeito à avaliação da performance do educador, composta pelos aspectos (1) desempenho didático; (2) domínio do conteúdo e; (3) entrosamento com os aprendizes: (1) Desempenho didático contempla a percepção dos aprendizes quanto a qualidade dos processos instrucionais e procedimentos adotados em sala de aula, envolvendo (a) transmissão de objetivos, revisão e resumo dos temas; (b) nível de profundidade em que a temática fora abordada; (c) ritmo da apresentação; (d) emprego de estratégias motivacionais; (e) qualidade da apresentação de conteúdos e exemplos; (f) emprego de recursos e estratégias instrucionais e; (g) a qualidade das avaliações utilizadas; (2) Domínio de conteúdo envolve a percepção do aprendiz quanto (a) nível de conhecimentos e; (b) grau de segurança demonstrados pelo instrutor quando em contexto de abordagem de assuntos associados ao conteúdo programático; (3) Entrosamento com os aprendizes evidenciam a percepção do aprendiz em relação (a) à disposição demonstrada pelo instrutor visando o esclarecimento de dúvidas e; (b) ao estímulo à manifestação de ideias acerca da temática abordada (ou incentivo ao diálogo) (Abbad et al., 2000).

Todos os dados foram compilados por dois dos revisores (ASPS, PALL) utilizando fichas de análise próprias, e compõem a seção Resultados e Discussões, sendo a estrutura do presente manuscrito elaborado conforme as diretrizes da Recomendação PRISMA para Revisões

de Escopo (Tricco et al., 2018). Previamente à submissão, novas buscas foram realizadas ao dia 25 de novembro de 2022 (empregando-se as estratégias previamente mencionadas), não sendo identificadas novas citações.

Resultados e discussão

Após aplicação da estratégia de busca, foram identificadas 30 citações, porém nove resultados encontravam-se em duplicata. Um dos manuscritos não apresentou seção Resumo, sendo lido em sua íntegra e selecionado ao final do processo. Após leitura de títulos e resumos dos demais 21 estudos recuperados, e aplicação dos critérios para elegibilidade, 17 citações foram excluídas por: (a) encontrar-se publicado sob o formato de artigo de revisão (n = 2); (b) encontrar-se indisponível (n = 1); (c) compreender manuscrito de natureza teórica (n = 5); (d) não envolver aprendizes brasileiros (n = 8) e; (e) encontrar-se publicado sob diferentes formatos (resumo simples e resumo expandido) em eventos científicos distintos (neste caso optou-se pela exclusão do resumo simples em função do maior fornecimento de informações presentes no resumo expandido). A Amostra Final é composta por quatro manuscritos (Bacci et al., 2009, Miguel et al., 2021,

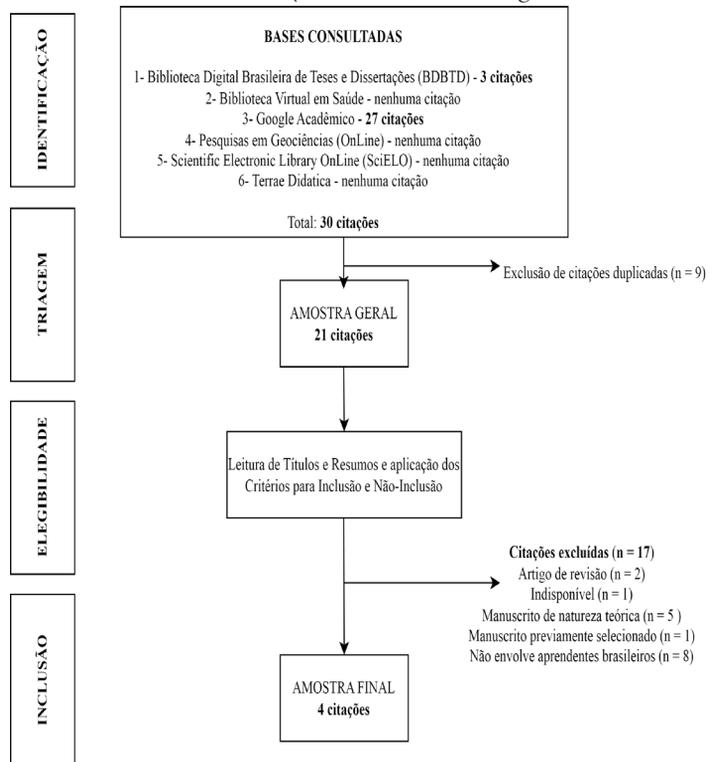


Figura 1. Diagrama de fluxo da estratégia de busca sistemática adotada para identificação de estudos abordando o ensino de Tempo Geológico em instituições brasileiras de ensino

Perez et al., 2011, Sousa et al., 2019). A Figura 1 apresenta o digrama de fluxo da estratégia de busca sistemática adotada pelos revisores por manuscritos que abordaram o ensino-aprendizagem de Tempo Geológico em instituições de ensino brasileiras.

Descrição geral das atividades conduzidas

Bacci et al. (2009) buscaram identificar as concepções prévias de discentes acerca de temas relacionados às Geociências no contexto do Ensino Fundamental I (2º ciclo e 4ª série), além de procurar a sensibilização do público-alvo quanto à importância da referida temática – visto que uma nova relação homem-natureza pode resultar na formação cidadã corresponsável. Participaram infantes com faixa etária entre 9-10 anos. O tema gerador escolhido fora o petróleo, com realização de atividades buscando inserir discussões relacionadas à temática “recursos naturais (não) renováveis”, bem como os impactos ecológicos dos vazamentos ou grandes derramamentos oceânicos – todos abordados por meio do uso da Fita do Tempo Geológico.

Miguel et al. (2021) objetivaram a avaliação da eficácia do processo de aprendizagem, tomando por base as taxonomias de Bloom et al (1956) e *Structure of the Observed Learning Outcome* (SOLO) (Biggs & Collins, 1982). Participaram da abordagem 16 graduandos dos cursos de Geologia e Geografia (primeiro semestre) da Universidade Estadual de Campinas, sendo todo o encontro realizado remotamente, em função da pandemia pelo Covid-19, pelo ambiente virtual Google Meet e emprego da Tecnologia Digital de Informação e Comunicação Jamboard, para obtenção das respostas. Após apresentação dos objetivos da atividade e exposição de conteúdos necessários à resolução do exercício, os aprendentes deveriam acessar um *link* disponibilizado e responder a uma atividade proposta, voltada à avaliação da aprendizagem dos conhecimentos adquiridos em termos de Aprendizagem Superficial (prevalente em termos de resultados gerais) e Profunda (considerando os níveis propostos pelas taxonomias).

Perez et al. (2011) conduziram uma atividade em três etapas: (a) contextualização da atividade, em que se buscou a avaliação de conhecimentos prévios do público-alvo; (b) jornada por meio do Túnel do Tempo Geológico, onde o docente apresentou conceitos e eventos a medida em que caminhavam pelo túnel e; (c) avaliação da aprendizagem, em conformidade à idade discente. Participaram estudantes dos 1º, 4º e 5º anos do Ensino Fundamental

(avaliados quantitativamente) e 3ª série do Ensino Médio (avaliados qualitativamente), estes últimos questionados quanto à eficiência da ferramenta didática como auxiliar à compreensão do conceito de Tempo Geológico. Os estudantes do 1º ano (22 participantes) apresentaram, por meio do relato dos autores, maior facilidade em localizar temporalmente eventos ocorridos (em especial aqueles para os quais já possuíam prévios conhecimentos); Os discentes do 4º ano (57 alunos) apresentaram, de modo geral, dificuldades na ordenação cronológica de eventos; Dentre os aprendentes do 5º ano (30 discentes), cinco dos seis grupos formados foram capazes, segundo os autores, de concluir a atividade de maneira exitosa; Todos os 45 discentes da 3ª série do Ensino Médio, de acordo com os autores, relataram satisfação quanto ao uso da ferramenta como facilitador da compreensão do conceito de Tempo Geológico.

Sousa et al. (2019) buscaram o relato da experiência de atividades desenvolvidas com 45 estudantes (idade entre 14 e 15 anos e divididos em grupos) de uma turma de primeiro ano do curso Técnico em Logística cuja abordagem envolveu o ensino de Tempo Geológico como temática necessária à compreensão da importância do estado do Ceará à paleontologia, sendo utilizada uma dinâmica denominada Coluna do Tempo Geológico. Ao final da atividade, fora realizado um debate, em que foram abordadas questões relacionadas a eventos geocronológicos (surgimento e extinção de eventos), bem como a respeito da Palearte (emprego de pinturas, esculturas, desenhos, cinema e demais recursos audiovisuais como forma simplificada de promoção científica da Paleontologia buscando uma perspectiva não abstrata de retratação).

Ferramentas didáticas empregadas no ensino do conceito de Tempo Geológico

A abordagem de Tempo Geológico ocorreu mediante emprego das ferramentas (a) Fita do Tempo Geológico (Bacci et al., 2009); (b) Túnel do Tempo Geológico (Perez et al., 2011) e; (c) Coluna do Tempo Geológico (Sousa et al., 2019). Bacci et al. (2009) dispuseram longas fitas (material não informado) no chão da sala de aula (Fita do Tempo Geológico) nas quais o processo de surgimento e formação de petróleo, bem como acidentes e desastres foram dialogados. Foram também empregados materiais de suporte, como filmes, figuras, amostras de rochas, réplicas de fósseis e materiais de desenho (Bacci, 2015, Bacci

et al., 2009). O Túnel do Tempo Geológico, apresentado por Perez et al. (2011), compreende uma estrutura voltada ao ensino do conceito de Tempo Geológico na forma de um túnel – construído com barras de cano PVC, recobertas por tecido não-tecido (TNT) de cores distintas (representando a divisão e Eras Geológicas) e medindo 15 metros de comprimento –, em que parâmetros foram empregados permitindo ao alunado o dimensionamento do tempo que envolve o surgimento do planeta, o aparecimento da vida e demais eventos biológicos e geológicos (localizados nas porções internas do túnel na forma de figuras coloridas). A passagem do tempo envolveu o emprego de quadrados coloridos de papelão (20 cm x 20 cm) enfileirados e dispostos no chão (cujo quantitativo variava em função da duração de cada Era). A dinâmica apresentada por Sousa et al. (2019), denominada Coluna do Tempo Geológico, consistiu na construção, por parte de discentes, de uma escala de tempo utilizando garrafas plásticas, artigos de papelaria (incluindo pinces, folhas, tesoura e papelão) e figuras contendo os principais grupos de seres vivos (protistas, algas, bactérias etc.), as quais deveriam ser soterradas nas garrafas na forma de quatro camadas distintas respectivamente nomeadas (pré-cambriano, era paleozoica, mesozoica e cenozoica). A medida em que construía a coluna, soterrando as imagens, os aprendizes eram perguntados sobre qual ou quais figuras estavam sendo soterradas, sendo o produto final avaliado na forma de debates entre o alunado.

Dimensões reação-aprendizagem-impacto nos manuscritos recuperados

As categorias (a) programação; (b) apoio; (c) aplicabilidade e; (d) suporte, da dimensão Reação, assim como a categoria (e) domínio da dimensão Impacto não foram abordadas por nenhum dos manuscritos recuperados. A dimensão Aprendizagem fora parcialmente abordada ao longo dos manuscritos de Bacci et al. (2009), Perez et al. (2011) e Sousa et al. (2019), uma vez que não foram relatados a realização de medidas de avaliação da aquisição de conhecimento posteriormente à realização das dinâmicas. O manuscrito de Miguel et al. (2021) abordou integralmente esta dimensão, na forma do emprego de ferramenta qualitativa para avaliação. As categorias resultados (Reação) e desempenho e entretenimento (Impacto) foram parcialmente abordadas por Perez et al. (2011), na forma de relato da satisfação discente em relação

aos recursos e estratégias instrucionais empregadas (desempenho) e do relato dos autores quanto ao esclarecimento de questionamentos feitos pelos discentes (entrosamento). O relato de Sousa et al. (2019) fora o único dentre os manuscritos recuperados a abordar completamente a categoria entrosamento (Impacto), possivelmente em decorrência de uma dinâmica norteada nos princípios de Metodologias Ativas, abordagens centradas no aprendente e que articulam teoria e prática em cenários que demandam uma postura ativa por parte do alunado. Tal contexto permite o desenvolvimento de competências como criatividade, iniciativa, criticidade reflexiva, autoavaliação, trabalho em equipe e corresponsabilidade (Lovato et al., 2018), aspectos desejáveis e em sintonia a uma formação cidadã (Saraiva Junior, 2013). Os resultados ratificam o discurso de uma produção acadêmica nacional pautada meramente no relato de ações pontuais e emprego de estratégias didáticas (Chaves et al., 2019) sem objetivos analíticos (avaliação qualitativa, quantitativa ou mista – na perspectiva do alunado), seja relacionada ao conteúdo abordado, aos recursos utilizados e ou ao educador, variáveis estratégias e essenciais ao fomento de discussões permanentes acerca do processo ensino-aprendizagem com eficiência (Abbad et al., 2000) e em sintonia com o desenvolvimento de competências pautadas na autonomia e corresponsabilidade cidadã – ressignificando crenças e atitudes em direção a uma relação homem-natureza pautada nos princípios de suficiência e transcendência (Greco, 2018). A Tabela 1 sumariza as subcategorias (não) contempladas nos manuscritos recuperados com base nas dimensões/categorias propostas por Abbad et al. (2000).

O Tempo Geológico, conceito que envolve acontecimentos e sua sucessão ao longo da história, tende a gerar confusões entre discentes, uma vez que o tempo (magnitude abstrata), e sua percepção, são influenciados por diversos aspectos, incluídos aqui aqueles de natureza afetiva. Isto posto, a construção de projetos pedagógicos voltados ao ensino do Tempo Geológico deve considerar a percepção da noção do tempo por parte do público-alvo dos projetos, indicador estratégico que norteará processos de tomada de decisão em sintonia às fortalezas e fragilidades de aprendizado do aluno (Perez et al., 2011). Contudo, e em função de sua complexidade e elevado nível de abstração, abordagens pedagógicas diretas tornam-se inviáveis, em especial considerando-se o ensino tradicional, (unicamente) por meio de livros, cenário no qual se acentua a

Tabela 1. Presença total (verde), parcial (amarelo) ou ausência (vermelho) das dimensões Reação, Aprendizagem e Impacto (e suas respectivas subcategorias – ver códigos) (Abbad et al., 2000) presentes nos manuscritos recuperados com base na estratégia de busca sistemática adotada por estudos voltados ao processo de ensino-aprendizagem de Tempo Geológico em instituições de ensino brasileiras. Fonte: Autores (2022)

Referência	Dimensões								
	Reação					Aprendizagem	Impacto		
	PRO	APO	APL	RES	SUP		DES	DOM	ENT
Bacci et al. (2009)									
Miguel et al. (2021)									
Perez et al. (2011)									
Sousa et al. (2019)									

Códigos: PRO – programação; APO – apoio; APL – aplicabilidade; RES – resultados; SUP – suporte; DES – desempenho; DOM – domínio; ENT – entrosamento. A descrição de cada categoria e suas respectivas subcategorias encontra-se no texto

reduzida qualidade dos materiais didáticos brasileiros (Souza & Furrier, 2020). O quadro demanda, conseqüentemente, não apenas mobilizações de saberes e conhecimentos prévios (adquiridos por meio das vivências cotidianas) por parte do alunado e o emprego de recursos didáticos (que poderão resultar na ressignificação da percepção discente acerca do mundo – um processo reflexivo em que o senso comum caminha em direção ao senso crítico) (Perez et al., 2011), mas também um olhar atento por parte do educador quanto à importância de considerar a (in)satisfação discente com o processo pedagógico em si, incluídos os recursos utilizados, os procedimentos adotados, a performance docente e a relevância (utilidade e praticidade) atribuída ao conteúdo ministrado, indicadores estratégicos ao ensino eficiente (Abbad et al., 2000).

A faixa etária do público-alvo surge como variável que ratifica a necessária contextualização do processo pedagógico (estratégias, recursos, ambientes, formas de abordagem etc.), sobretudo em relação aos objetivos pedagógicos que, no cenário do ensino de Geociências, compreende elemento fundamental não apenas à alfabetização científica, mas também à formação e desenvolvimento de uma corresponsabilidade cidadã (Greco, 2018).

A educação brasileira apresenta limitações em relação ao ensino de Geociências, dentre elas: (a) uma compreensão não segura por parte de educadores de escolas primárias acerca de tempo profundo; (b) a necessidade de implantação de um perfil curricular voltado ao desenvolvimento de competências por parte dos discentes acerca do referido tema; (c) incompreensão conceitual acerca da idade da Terra; (d) influência da religiosidade e; (e) necessidade de desenvolvimento de habilidades necessárias ao entendimento da temática, incluindo raciocínio com grandes números, pensamento sistêmico e visualização espacial (Greco, 2018). Estas

problemáticas tendem a resultar, por um lado, em um processo de ensino caracterizado pela falta de conhecimento específico acerca das temáticas, abordagens desconexas e superficiais e, por outro, em um processo de aprendizagem marcado pela compreensão insuficiente (e por vezes equivocada) relacionada às dinâmicas do Planeta Terra (Bacci et al., 2009). Este cenário, finalmente, torna necessária uma maior interação entre pesquisadores e docentes quanto à capacitação relacionada ao ensino em Geociências e temáticas afins (Bacci et al., 2009).

Cabe pontuar que eventuais potencialidades e fragilidades atreladas ao ensino-aprendizagem de Tempo Geológico encontram-se no Ensino Superior, lócus de formação de (pós)graduados que ocuparão as salas de aula com objetivo de compartilhar saberes acerca da temática. Neste sentido, estudos desenvolvidos neste cenário – seja em relação às tecnologias utilizadas, seja em relação à avaliação do corpo discente – constituem-se como indicadores pedagógicos de significativa relevância, sob o risco de consolidação de um processo de ensino-aprendizagem deficiente e vertical (afetando os demais níveis de ensino imediatamente abaixo). Dito de outra forma: os manuscritos recuperados, à luz das dimensões propostas por Abbad et al. (2000), não apresentam indicadores suficientemente adequados que permitam (a) determinar a significância, relevância e utilidade pedagógica das ferramentas empregadas em termos de aquisição de conhecimentos que; (b) justificariam a sua recomendação de emprego em sala de aula como estratégias voltadas a uma aprendizagem significativa (Hinchliffe, 2011). Ainda, a aparente não existência de estudos nacionais abordando o ensino de Tempo Geológico em Instituições de Ensino Superior surge como lacuna pedagógica de interesse, sobretudo relacionada às compreensões discentes quanto ao conceito de Tempo Geológico (Greco, 2018).

Embora represente uma abordagem sistemática de sumarização de evidências relacionadas ao ensino de Tempo Geológico em Instituições de Ensino brasileiras, limitações nesta Revisão de Escopo incluem, mas não se limitam: (a) aos bancos de dados consultados; (b) à estratégia de busca empregada, incluindo-se o seu local nos manuscritos; (c) à não inclusão de citações indiretas; (d) à não inclusão de outros formatos de publicação (monografias, dissertações de mestrado e ou teses de doutorado) e; (e) ao idioma de publicação (considerando a possibilidade de publicações de estudos nacionais no exterior). Futuros estudos deverão, neste sentido, considerar estas e outras limitações (como a inclusão de estudos internacionais) a fim de ampliar o escopo da produção científica relacionada a práticas pedagógicas que abordem o processo de ensino-aprendizagem do Tempo Geológico, sobretudo permitindo uma análise comparativa entre as publicações nacionais e internacionais.

Considerações Finais

A presente Revisão de Escopo evidenciou reduzido número de estudos nacionais, publicados em português, acerca de experiências práticas envolvendo o processo de ensino-aprendizagem do conceito de Tempo Geológico, apresentadas sob o formato de Relatos de Experiência em contexto de emprego de ferramentas pedagógicas como estratégias facilitadoras de aprendizagem. O público-alvo das ações compreendeu faixas etárias do Ensino Fundamental, Médio e Curso Técnico, sem relatos para estudos voltados ao cenário do Ensino Superior envolvendo discentes (da educação superior) ou docentes (de quaisquer níveis de educação). O ensino de Tempo Geológico nos manuscritos recuperados envolveu disciplinas de Geociências e Paleontologia, abordando questões relacionadas ao petróleo (por meio do emprego da Fita do Tempo Geológico), ao surgimento e extinção dos seres vivos (empregando-se a Coluna do Tempo Geológico) e eventos geológicos em âmbito geral (por meio da ferramenta Túnel do Tempo Geológico).

Apesar do emprego de ferramentas didáticas envolvendo uma abordagem pedagógica pautada na ludicidade visando uma aprendizagem significativa, os relatos dos manuscritos recuperados apresentam uma abordagem pouco voltada à quantificação de indicadores de qualidade pedagógicos, não apenas relacionada à avaliação dos desfechos obtidos em termos de aquisição de conhecimentos, mas também

associada ao nível de (in)satisfação do alunado quanto às estratégias e recursos utilizados, bem como ao desempenho do facilitador do processo (educador). Futuros estudos de natureza prática poderão, assim, buscar a superação das fragilidades identificadas.

Finalmente, recomenda-se aos futuros levantamentos bibliográficos relacionados ao ensino de Tempo Geológico (ou demais temáticas afins) uma abordagem sistemática de sumarização de evidências, de modo a assegurar um processo transparente, robusto, abrangente e padronizado de recuperação de estudos, (futuras) fontes primárias de indicadores que poderão fomentar discussões acerca do ensino-aprendizado em Geociências com qualidade.

Referências

- Abbad, G., Gama, A. L. G., & Borges-Andrade, J. E. (2000). Treinamento: análise do relacionamento da avaliação dos níveis de reação, aprendizagem e impacto no trabalho. *Revista de Administração Contemporânea*, 4(3), 25-45. doi: 10.1590/S1415-65552000000300003.
- Aromataris, E., & Munn, Z. (Eds.) (2000). *JBI Manual for Evidence Synthesis*. URL: <https://synthesismanual.jbi.global/>. Acesso 25.08.2022.
- Bacci, D. D. L. C. (Org.) (2015). *Geociências e educação ambiental*. Curitiba: Ponto Vital Ed. URL: https://jornal.usp.br/wp-content/uploads/geociencias_ebook.pdf. Acesso 25.08.2022.
- Bacci, D. D. L. C., Andreosi, L. O., & Pommer, C. (2009). Contribuição da abordagem geocientífica no ensino fundamental: Tempo Geológico, origem do petróleo e mudanças ambientais. *Enseñanza de las Ciencias*, 8, 3447-3451. URL: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/294705/383239>. Acesso 25.08.2022.
- Biggs, J. B., & Collins, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO Taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*. New York: Academic Press. 260p.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives, Handbook I: Cognitive Domain*. New York: Addison-Wesley Longman Ltd. 208p.
- Cervato, C., & Frodeman, R. (2012). A importância do tempo geológico: desdobramentos culturais, educacionais e econômicos. Trad. M. C. Briani & P. W. Gonçalves. *Terrae Didactica*, 10(1), 67-79. doi: 10.20396/td.v10i1.8637389.
- Chaves, R. S., Moraes, S. S., & Lira-Da-Silva, R. M. (2019). Definindo diretrizes para a elaboração de um produto educacional para o ensino de Tempo Geológico na educação básica brasileira. *Indigatio Didactica*, 11(2), 673-690. doi: 10.34624/id.v11i2.6535.
- Chaves, R. S., Moraes, S. S., & Lira-Da-Silva, R. M. (2018) Por que ensinar tempo geológico na educação básica? *Terrae Didactica*, 14(3), 233-244. doi: 10.20396/td.v14i3.8652309.
- Greco, R. (organizador) (2018). *Práticas de geociência na*

- educação básica: sugestões de atividades práticas para o ensino de conteúdos de geociência na educação básica. São Paulo: Frieden. URL: https://www.researchgate.net/publication/327426677_Praticas_de_Geociencias_na_Educacao_Basica. Acesso 25.08.2022.
- Hinchliff, G. (2011). What is a significant educational experience? *Journal of Philosophy of Education*, 45(3), 417-431. doi: 10.1111/j.1467-9752.2011.00820.x.
- Lovato, F. L., Michelotti, A., Silva, C. B., & Loretto, E. L. S. (2018). Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. *Acta Scientiae*, 20(2), 154-171. doi: 10.17648/acta.scientiae.v20iss2id3690.
- Miguel, G. F., Carneiro, C. D. R., & Gonçalves, P. W. (2021). Alinhamento cognitivo e ensino remoto: o caso do Tempo Geológico em uma disciplina de Geologia introdutória. *Terrae Didactica*, 17, 1-13. doi: 10.20396/td.v17i00.8667540.
- Silva, A. S. P. (2022, agosto 27). *Ensino de Tempo Geológico em instituições de ensino brasileira: revisão de escopo*. Open Science Framework. doi: 10.17605/OSF.IO/H4NW8.
- Perez, C. P., Rodrigues, M. F., Santos, T. T., & Andrade, L. C. (2011). O túnel do tempo geológico: ferramenta didática para o ensino de geociências no ensino fundamental e médio. *Paleontologia: Cenários de Vida*, 4, 709-718. URL: <https://xdocs.com.br/doc/perez-et-al-2011-tunel-do-tempo-geologico-libre-280qpy43k9ow>. Acesso 25.08.2022.
- Saraiva Junior, J. C. (2013). Tempo Geológico, sociedade e ensino de geografia física. *HOLOS*, 5(29), 219-233. doi: 10.15628/holos.2013.1697.
- Sousa, M. I. B., Farias, A. T. A., Bezerra, M. M., & Aguiar, F. C. (2019). *PIBID e o ensino do Tempo Geológico: uma abordagem de paleontologia e protagonismo*. URL: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD4_SA16_ID3307_14082019105854.pdf. Acesso 25.08.2022.
- Souza, A. S., & Furrier, M. (2020). Estudo da escala do tempo geológico em livros didáticos de geografia do ensino médio. *Terrae Didactica*, 16, 1-15. doi: 10.20396/td.v16i0.8656709.
- Tirunch, D. T., Verburgh, A., & Elen, J. (2014). Effectiveness of critical thinking instruction in higher education: a systematic review of intervention studies. *Higher Education Studies*, 4(1), 1-17. doi: 10.5539/hes.v4n1p1.
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467-486. doi: 10.7326/M18-0850.