

TEMPO PROFUNDO PARA ALÉM DA COMUNIDADE GEOCIENTÍFICA: COMO EXPLICAR A HISTÓRIA DO PLANETA

Palavras-Chave: TEMPO PROFUNDO(TP), GEOCIÊNCIAS, ENSINO

Autores(as):

ISABELLA DE MATOS SIQUEIRA PINTO, IG-UNICAMP

Prof^a. Dr^a. CAROLINA ZABINI (orientadora), IG-UNICAMP

INTRODUÇÃO:

No presente trabalho apresentaremos os resultados de uma proposta de ensino sobre o tempo geológico (TG), e também uma pesquisa exploratória com o uso de um questionário estruturado. Para tal, foi preciso obter a autorização do Conselho de Ética em Pesquisa (CAAE: 73813823.9.0000.8142) e do financiamento pelo PIBIC-AF/CNPQ 122066/2023-5

O TG é uma das descobertas mais importantes das geociências, com impactos diretos nas demais áreas das ciências a partir do século XVII. A importância do tema vai além de um marco inicial das interpretações da história do planeta, se dá desde a revolução para as humanidades sobre a concepção de mundo e tempo à biologia evolutiva (Cervato&Frodeman, 2013; Chaves *et al*, 2018). O tempo profundo (TP) se faz essencial: politicamente na criação de cidadãos que compreendem como decisões políticas afetam os processos ambientais e geológicos; economicamente, tendo em vista que os minerais amplamente utilizados no cotidiano são fruto dos processos ao longo do TG, sendo a finitude dos recursos uma importante pauta atual; e também cultural pela significância dada pela humanidade ao planeta e seus processos tendo em posse o conhecimento sobre o TP (Cervato&Frodeman, 2013; Carneiro *et al*, 2004; Miguel, 2023). O TP é também a base para o estudo da geologia e para o pensamento geológico, sendo uma ciência histórica e interpretativa, as geociências “permitem trazer o mundo real para a sala de aula e sobretudo permite levar a sala de aula para o mundo real” (Carneiro *et al*, 2004; Chaves *et al*, 2018; Miguel, 2023)

Apesar de ser um tema base das geociências, o TG é um assunto complexo, visto que se trata de uma escala de tempo distinta da escala humana cotidiana, fundamentada no raciocínio geológico; bibliografias indicam alguns fatores que distanciam o entendimento deste conteúdo: a escala de números exponenciais necessária para que os processos geológicos aconteçam e fatores religiosos que resistem à ciência (Cervato&Frodeman, 2013, Chaves *et al*, 2018). Por ser pouco explorado na grade obrigatória da BNCC ao longo do período escolar, o tema apresenta-se pouco difundido e sua interdisciplinaridade é subestimada, mas Trend (2000) e Chaves *et al* (2018) mostram que o ensino incipiente sobre TG na formação universitária dos futuros professores de ciência é mais um agravante: os difusores de conhecimento são mal instruídos nas disciplinas de Geologia Geral e Paleontologia nas quais o tema é abordado, Alves *et al*. (2023) mostra que 22% dos professores de Paleontologia em universidades não possuem especialização na área e que, dentro das disciplinas citadas, a escassez de atividades de campo dificulta ainda mais a compreensão do TP pela falta de visualização tridimensional, pensamento diacrônico e retroditivo. Assim, os profissionais não repassam o assunto de forma eficaz, didática e necessária, subestimando também o potencial do TG como ferramenta de extensão interdisciplinar para diversos públicos.

A fim de solucionar alguns dos fatores citados, várias bibliografias descrevem metodologias que podem facilitar a introdução do assunto aos estudantes, oferecendo instruções de abordagens do tema e seus os resultados(Dodick&Orion, 2003 a,b, Zabini&Souza, 2016 e Cervato&Frodeman,2013), entre

outras. Ao buscar o tema na plataforma GOOGLE também é possível encontrar resultados de diferentes metodologias para o ensino do TG, mas neste caso, sem a acurácia científica.

A presente pesquisa possui como objetivo central (i) quantificar o conhecimento prévio de jovens sobre o TG para identificar as problemáticas envolvidas no aprendizado sobre o tema, e em especial, (ii) desenvolver uma proposta de metodologia para o ensino do TP para comunidade externa às geociências.

METODOLOGIA:



Imagem 1: Mapa dos locais com divulgação do formulário

• Pesquisa de campo

Para a obtenção de dados reais sobre os conhecimentos básicos de alunos de graduação de outras áreas que não as geociências, aplicou-se um questionário, disponibilizado via QRcode. O questionário aprovado pelo CEP, tem como público alvo jovens de 18 a 25 anos. O formulário estava dividido em seções, descritas a seguir: 4 perguntas de caráter social (idade, área de estudo/escolaridade, quando ocorreu contato (ou não) com o TP, e autoavaliação prévia sobre o tema) e 5 perguntas sobre as geociências de forma diretamente ligada ao TG (idade da Terra, dinossauros, megafauna, bioestratigrafia e geocronologia, todas descritas à frente) para análises de conhecimento e ensino. O QRcode, foi distribuído através de

cartazes colados em murais e via e-mail pelas secretarias de alguns institutos, conforme mapa da Imagem 1, com circulação de 01/11/23 a 12/07/24.

• Oficina

Como proposta de metodologia para ensino, uma oficina foi elaborada com base em bibliografias sobre o ensino do TP, que, em geral, são pensadas para crianças, porém Cervato&Frodeman (2013) indicam que a forma de compreensão dos universitários é análoga à das crianças. O embasamento teórico principal para a organização da oficina foi o método diacrônico (Dodick&Orion,2003 a,b *apud*. Montagnegro, 1996), ou seja, a capacidade de representar transformações ao longo do tempo. Esse conceito foi utilizado para enfatizar, na oficina, a Transformação, Organização Temporal e Ligação entre divisões da tabela do TG. Outros fatores considerados na elaboração da oficina foram: uso de narrativas (no caso, charadas e descrições) que auxiliem na elaboração de uma sequência temporal e da possibilidade de observação da intersecção entre eventos temporalmente distintos; eventos abordados em ordem cronológica, respeitando a bioestratigrafia; utilização de imagens contendo fotos de fósseis ou paisagens de paleoambientes e em especial, a criação de grupos de trabalho para fomentar as discussões entre os participantes, e a autonomia para a montagem do material pelos grupos (Cervato&Frodeman, 2013).

A oficina passou por três versões diferentes, até atingir um resultado satisfatório, isto é, uma versão com maior interação e dinâmica entre os participantes, gerando perguntas pertinentes, e utilizando materiais acessíveis. As versões anteriores eram, respectivamente: "Escadaria Geológica" (1S2023), oficina expositiva, com a escala geológica distribuída proporcionalmente em degraus do Instituto de Geociências da Unicamp; "Revirado o Tempo Profundo" (1ª versão, 2S2023), com caixas (que representavam os períodos) empilhadas e cuja atividade era a de responder as perguntas preenchendo as caixas com imagens dos eventos marcantes. Nesta oficina, as caixas criadas pelos grupos eram empilhadas e seu conteúdo interno era "revelado" a todos os participantes ao final da atividade, junto à um resumo dos principais conceitos; e "Revirado o Tempo Profundo" (2ª versão, 2S2023), em que basicamente houve a troca dos materiais usados para testar sua eficiência e facilidade de uso. As caixas foram trocadas por gavetas coloridas e adicionaram-se projeção de slides para ilustrar animais e eventos citados. A versão final "Desenrolando o Tempo Profundo" (1S2024) será descrita nos resultados, com mais detalhes. A oficina foi aplicada para a turma de GM280-Elementos de Geologia (A e B), reservada para as turmas do curso de Ciências Biológicas (Bacharel e Licenciatura) e Licenciatura Integrada Química/Física, na qual a autora foi PAD (Programa de Apoio à Docência) da disciplina para turma A durante o 1º semestre de 2024, tornando possível a observação como coleta de dados qualitativa e metodologia de análise dos resultados à curto prazo, com interpretações sobre o conhecimento prévio dos participantes e o ganho imediato com a oficina, e a longo prazo para a análise durante o semestre letivo, observando as melhorias diretas durante as aulas e exercícios. Para avaliação da oficina, foi elaborado também um formulário de *feedback*, para

De 1 a 5, o quanto julga que sabe sobre Tempo Geológico?



Gráfico 1: Autoavaliação dos participantes sobre seu conhecimento do tempo profundo

É possível mensurar o tempo geológico através de 166 respostas

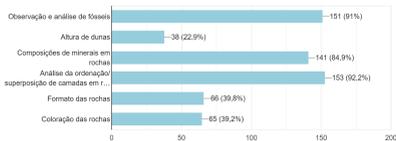


Gráfico 2: Resultados da questão (5) sobre bioestratigrafia

medir, junto à observação, a eficácia e possíveis melhorias, a partir de perguntas que retomam o conteúdo tratado e questionamentos sobre a metodologia da oficina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O formulário disponibilizado via QRcode, obteve 166 respostas, com 74,8% dos participantes com até 21 anos. Estudantes das Ciências Exatas (44%) formam o maior público participante, seguido pelos alunos de Ciências Biológicas (39,8%). Houve também participação de estudantes do ensino médio e vestibulandos, 4 e 6 pessoas respectivamente. A maioria dos participantes se considera com conhecimento mediano sobre TG (Gráfico 1), sendo esse contato via diversas formas, majoritariamente através da escola no ensino fundamental (21,7%) e médio (36,9%), com presença das mídias como difusora do conceito (15,3%).



Imagem 2: Etapa 1 da oficina - Teoria



Imagem 3: Etapa 2 da oficina - Jogo da memória



Imagem 4: Etapa 2 da oficina - Palpites iniciais



Imagem 5: Etapa 3 da oficina - Montagem da tabela e ligações



Imagem 6: Etapa 3 da oficina - Resultado final da Tabela do tempo

Com relação às 5 perguntas teóricas, têm-se como resultados: sobre a idade da Terra (p1) a grande maioria dos participantes sabe que o planeta possui 4,6 bilhões de anos (75,3%); sobre os dinossauros (p2), 37,3% de acertos (destes, 44% advindos dos estudantes de exatas e 42% de Biológicas), e 58,4% erraram ao afirmar que existiram durante o Paleozoico; 69,9% dos participantes indicaram corretamente que a Megafauna (p3) existiu e conviveu com seres humanos; sobre a geocronologia (p4), metade (51,2%) dos participantes respondeu corretamente, apontando para as extinções em massa como responsáveis pelos limites observados na tabela, porém, 15,9% erraram ao apontar que há

ritmicidade nos eventos da tabela, assim como são usados décadas e séculos na História Humana; por fim, questionando como pode-se mensurar o TG (p5), a maioria marcou 3 três opções corretas (observação e análise de fósseis, composições de minerais em rochas, e análise da ordenação/superposição de camadas em rochas). Porém, como observado no Gráfico 2, outras opções incorretas da p5 obtiveram porcentagens consideráveis (22,9%, 39,8% e 39,2%, respectivamente). 6 pessoas acertaram todas as questões, sendo 4 da área das Biológicas, 1 das Exatas e 1 das Humanas. A respeito da oficina desenvolvida, intitulada “Desenrolando o Tempo Profundo”, é resultado do estudo das bibliografias e teve por objetivo que os participantes criassem suas próprias tabelas do tempo (metodologia mão-na-massa), para assimilação de importantes conceitos a ela ligados. Os principais pontos selecionados para serem desenvolvidos durante a oficina foram: criar uma narrativa (seta do tempo, diacronismo, pensamento retroditivo), respeitar a bioestratigrafia (empilhamento demonstrado pela sucessão dos eventos nos períodos e eras), relacionar os eventos (destacando a importância de eventos do passado profundo na formação de materiais hoje amplamente utilizados pela nossa sociedade) e desenvolver uma escala do tempo visual, com aprofundamento dos temas conforme o público participante.

A oficina foi elaborada para o público de adolescentes a partir de 14 anos à adultos, a ser desenvolvida em grupos de 5 a 12 pessoas, com até 5 grupos simultaneamente, ou seja, aplicável também em salas de aula, com duração de cerca de 1h40. Para a oficina são necessários, por grupo, aproximadamente um rolo de 4 m de papel pardo, gizes e cartas em pares com eventos e elementos marcantes da história do planeta, como oxigênio, plantas e dinossauros, sendo o verso das cartas lisos/com estampas padrão. É dividida em 4 etapas: 1- Apresentação teórica, introduzindo aos participantes sobre o TP e a tabela cronoestratigráfica, as divisões temporais (Éons, Eras, períodos

etc.) e princípios básicos de datação. Em seguida os participantes desenrolam o papel pardo e dividem o papel em 4 quadros (Pré-Cambriano, Paleozoico, Mesozoico e Cenozoico) e escrevem as idades limites nas divisórias, deixando aproximadamente 15 cm de uma das laterais do papel como o mural de “Palpites” (Imagem 2); Etapa 2- As cartas são utilizadas como um jogo da memória, iniciando com as cartas com o verso padrão para cima, (Imagem 3) e ao final do jogo os participantes utilizam cada um dos pares de cartas na seção de palpites, conectando o conteúdo da carta com a de acordo com as Eras correspondentes, e sempre considerando que a ordem desses eventos uns em relação aos demais. (Imagem 4); Etapa 3- Aqui a mediação se dará com o monitor fazendo perguntas ou charadas sobre os eventos e elementos que compõem as cartas, com o objetivo de fornecer a resposta sobre a ordem correta dos eventos na tabela. Assim, os participantes vão respondendo as perguntas e comparando se a ordem está correspondente aos palpites inicialmente feitos, analisando o novo conhecimento e/ou fazendo novas perguntas. Finalmente, após a ordenação das cartas e discussões com temas que surgem da atividade, os participantes começam a desenhar setas ou asteriscos que liguem eventos ou elementos que se relacionem, como a relação entre fitoplânctons e petróleo ou oxigênio os BIF's (Imagem 5). A dificuldade pode ser adequada ao nível de conhecimento prévio dos estudantes e/ou idade, alterando alguns elementos e perguntas, mas é importante destacar que alguns elementos são essenciais, como o surgimento da vida macroscópica, das plantas, a formação e rompimento do Pangeia, e o aparecimento dos primeiros seres humanos. Etapa 4- Para finalizar, apresenta-se oralmente um panorama geral do conhecimento que foi produzido na oficina e sanam-se as dúvidas que porventura surgiram.

A oficina foi elaborada após a seleção dos conteúdos mais significativos sobre o TG, de acordo com Dodick&Orion (2003 a, b) e outros. Visto que ambos os cursos em que foram aplicadas as oficinas formam professores de Ciências, tem-se grande importância que estes tenham contato e entendam a profundidade do TG e das geociências como assunto de relevância para o ensino (Trend, 2000). Trend (2000) mostra que, no ensino básico, estagiários são mais confiantes em ensinar sobre TG e geologia do que os professores em si, provavelmente pois estão mais próximos de quando o assunto foi ensino, criando narrativas melhores para repassar o conteúdo.

Durante a oficina, foi possível realizar algumas observações das atitudes dos grupos frente às atividades. Alguns grupos se engajaram mais do que outros, interagindo entre si e fazendo questionamentos. Observa-se que a turma A demonstrou maior interesse e participação desde o início da oficina, gerando boas tabelas do tempo e indicando várias ligações possíveis entre os cartas, havendo uma troca interessante entre os participantes e a autora (mediadora). A turma B apresentou-se mais direta e sucinta, provavelmente por ser uma aula oferecida à noite, o engajamento dos estudantes foi menor em relação à turma A. Os pontos de destaque, como nítido conhecimento adquirido na oficina, foram: origem do petróleo não advir dos dinossauros; a formação dos BIF's e sua importância atualmente; a influência global de uma nova atmosfera oxidante; e a quantidade de extinções em massa ocorridas no planeta, levando em conta suas diferentes causas e consequências. Em geral, grande parte dos estudantes conhecia os diversos eventos e elementos marcantes que são diretamente relacionados à biologia, como o que são cianobactérias e angiospermas, porém, além dos tópicos citados, os participantes não sabiam quão antigos eram alguns eventos sua localização na tabela cronoestratigráfica.

No decorrer do semestre, com as observações como PAD da disciplina, observou-se na turma A que, em geral, o rendimento e o entendimento dos estudantes durante as aulas, com a explicação mais detalhadas dos processos e eventos apresentados na oficina, os estudantes que se mantiveram mais participativos durante a oficina apresentaram menores dificuldades ao longo do semestre, com maior interesse e domínio dos conteúdos nos exercícios exigidos, baseado na observação em sala de aula e em horários de monitoria, os alunos mais ativos na oficina obtiveram maior facilidade em organizar a ordem de fatores geológicos e relacionar com os produtos originados.

Após a oficina foi distribuído um questionário de *feedback online* para ser respondido de forma opcional pelas turmas. 10 respostas foram obtidas (a turma com 51 alunos, correspondendo à 19%). Para melhor conhecer os impactos e a opinião sobre a metodologia sugere-se que pesquisas futuras apliquem os formulários imediatamente após a atividade, de forma obrigatória, e com apelo afetivo maior, como *quizzes* ou nuvens de palavras, para se obter maior engajamento. Apesar disso, das poucas respostas recebidas, os participantes demonstraram um retorno positivo, e as perguntas conteudistas com 100% de acerto. Alguns participantes (2 das 10 respostas) relataram que a didática pode ser melhorada para repassar o conteúdo com maior clareza, mas também demonstram que a atividade foi interessante e produtiva.

Os resultados da oficina e do questionário apontam, em geral, para a mesma dificuldade: localizar os eventos ao longo da escala do TG. O questionário mostra que os participantes sabem a idade da Terra, mas erram em localizar a origem dos dinossauros; conforme Chaves (2018) fica evidente que saber a idade do planeta não é suficiente para entender o conceito de TG, já que não se valoriza o quanto o tempo é um fator determinante para que alguns processos geológicos aconteçam e gerem produtos grandiosos: “não é um simples sismo que separa um continente”, é preciso conhecer eventos e elementos que compõem a história geológica e interpretá-los como um conjunto correlacionado com o TP sendo o denominador comum.

Os dados podem ser analisados em conformidade com o estudo realizado por Trend (2000), demonstrando que para os professores estagiários, o tempo é basicamente dividido em “Extremamente antigos”, “Menos antigos” e “Geologicamente recentes”, já que os participantes da pesquisa conhecem os eventos e termos utilizados na oficina, possuem uma ideia do quanto antigo são, mas indicam majoritariamente que os dinossauros são do Paleozoico, ou seja, há certo consenso sobre o evento suas sequências, porém a sua “localização” fica a desejar. Mas, promissoramente, Trend (2000) também aponta que talvez seja mais indicado orientar estagiários sobre o TG e assuntos geocientíficos do que a professores formados.

Apesar de ser um tema de difícil compreensão, o TG é universal e inevitável, portanto, analisando-se que é possível utilizar-se de metodologias já feitas e desenvolver novas, como o presente trabalho se mostra, é necessário que as dificuldades encontradas no ensino do TP continuem sendo estudadas e aprimoradas. Os educadores podem aperfeiçoar seus métodos de ensino a fim de formar gerações que conhecem seu planeta e multipliquem o conhecimento ao seu redor.

CONCLUSÕES:

O TP é de complexa assimilação, apesar de ser um paradigma base do raciocínio geológico através de metodologias que aproximam a geologia do cotidiano, remontando a história da formação da Terra e indicando processos que geram produtos atuais, é possível desmistificar o assunto e torná-lo mais significativo e tangível. A importância social, política, econômica e ambiental do TP é indispensável para sociedade estar ciente do planeta que vive, seu tamanho perante à ele e seu papel como parte dele. Mesmo assim, o TP não é suficientemente difundido na escola pela falta de obrigatoriedade no currículo comum e pelas lacunas deixadas na formação dos professores de Ciências. Assim, faz-se necessário a quantificação das dificuldades sobre o tema para criação de oficinas e intervenções eficazes no ensino do TP. Cidadãos que sabem sobre o TP entendem com maior clareza os processos geológicos que geram o mundo de hoje e podem imaginar como o mundo será amanhã.

BIBLIOGRAFIA

- CERVATO, C.; FRODEMAN, R. **A importância do tempo geológico: desdobramentos culturais, educacionais e econômicos.** Terræ Didática, Vol. 10: 67-79 p. 2013.
- CARNEIRO, C. D. R.; *et al.* **Dez Motivos Para A Inclusão De Temas De Geologia Na Educação Básica.** Revista Brasileira de Geociências, Volume 34, 553-560 p. 2004.
- CHAVES, R. S.; *et al.* **Por que ensinar Tempo Geológico na Educação Básica?** Terræ Didática, Vol. 14, 233-244 p. 2018.
- DODICK, J.; ORION, N. **Cognitive factors affecting student understanding of geologic time.** Journal Of Research In Science Teaching, vol. 40,. 415–442 p. 2003 (a)
- DODICK, J.; ORION, N. **Measuring Student Understanding of Geological Time.** Wiley Periodicals - Wiley InterScience. 708-731 p. 2003 (b).
- MIGUEL, G. F. **EDUCAÇÃO POR OBJETIVOS E NEUROCIÊNCIAS APLICADOS AO DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO GEOLÓGICO.** Tese de doutorado ao PPG-EHCT, Instituto de Geociências da Unicamp. 250 p. 2023.
- TREND, R.. **Conceptions of geological time among primary teacher trainees, with reference to their engagement with geoscience, history, and science.** International Journal of Science Education, Vol. 22:5, 539-555 p. 2000.
- ZABINI, C.; SOUZA, M. A. M. **Três conceitos biológicos/paleontológicos que seguem as diretrizes dos PCN do ensino médio para aplicação em aulas de Biologia.** Terræ Didática, Vol. 12-2. 2016.
- ALVES, E. F.; TANJI, D. L.; ZABINI, C. **The Profile of Palaeontology Teaching in Undergraduate Courses in Brazil.** Acta Scientiae, 25(1), 122-159 p. 2023