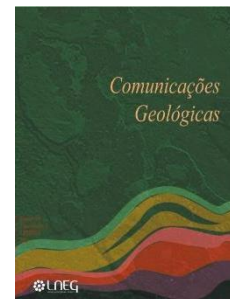


Um fóssil numa rocha metamórfica! É possível, professora?

A fossil in a metamorphic rock! Is it possible, teacher?

C. Marques^{1*}, C. Barata¹; I. Abrantes², E. Gomes¹, B. Lopes³, P. M. Callapez¹



DOI: <https://doi.org/10.34637/z9g5-0g31>

Recebido em 16/04/2021 / Aceite em 25/08/2021

Publicado online em maio de 2022

© 2021 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP

Artigo original
Original article

Resumo: Partindo da problematização – *Podemos encontrar fósseis em rochas metamórficas?* – construiu-se uma aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) que pretende desafiar os alunos de “Ciências Naturais” (7.º ano) e de “Biologia e Geologia” (10.º/11.º anos) a utilizarem metodologias de trabalho similares às metodologias de investigação dos cientistas. Selecionaram-se os conteúdos temáticos *fósseis* e *metamorfismo*, desenhou-se o cenário geológico, planificaram-se e construíram-se, em formato digital, todos os recursos didático-pedagógicos necessários à implementação da ABRP, nomeadamente: guião do professor; PowerPoint e vídeo de apresentação da ABRP e cenário geológico, e a App “Fósseis em rochas metamórficas”. Os recursos didático-pedagógicos foram validados por especialistas de Geologia e de Educação e disponibilizados na plataforma *Google Sites*, com a designação “Rochas metamórficas”. Com esta ABRP pretende-se a corresponsabilização pessoal de participação/empenho, a valorização de processos e produtos do trabalho interpares, o desenvolvimento cognitivo, procedimental e afetivo e despertar o interesse dos alunos pelas ciências.

Palavras-chave: Aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP), fóssil, Literacia em Geociências, metamorfismo.

Abstract: From the question – Can we find fossils in metamorphic rocks? – problem-based learning (PBL) was implemented, aiming to challenge “Natural Sciences” (7th grade) and “Biology and Geology” (10th/11th grade) students to use methodologies similar to the scientific process. The thematic contents *fossils* and *metamorphism* were selected, the geological scenario was designed, and all the didactic and pedagogical resources needed for the implementation of the PBL were planned and constructed in digital format, namely: teacher’s guide; PowerPoint and video presentation of the PBL and geological scenario, and the App “Fossils in metamorphic rocks” for the students. The didactic-pedagogical resources were validated by Geology and Education experts and made available on *Google Sites* platform, entitled “Metamorphic rocks”. The purpose of this PBL is the personal corresponsibility of participation/performance, the valorisation of processes and products of peer work, the cognitive, procedural and affective development, and to awaken students’ interest in science.

Keywords: Fossil, Geoscience Literacy, metamorphism, problem-based learning (PBL).

*Autor correspondente/Corresponding author: mscarlabio@gmail.com

1. Introdução

Despertar a curiosidade pela Ciência e mundo natural, são preocupações das disciplinas de “Ciências Naturais” (ensino básico) e “Biologia e Geologia” (ensino secundário) que, numa perspetiva de formação científica, devem expandir conhecimentos e competências dos estudantes para uma cidadania responsável, compreendendo problemas e tomando decisões informadas e responsáveis sobre situações pluridisciplinares que afetam sociedade e ambiente (Martins *et al.*, 2017). De acordo com as orientações curriculares, os estudantes devem aprender conceitos, leis, teorias, mas, também, compreender como trabalham os cientistas e que fatores metodológicos, históricos e sociológicos influenciam a construção do conhecimento científico (Martins *et al.*, 2017; DGE, 2018a; 2018b; 2018c). Assim, deverão ser abordadas metodologias de investigação análogas às dos cientistas, realizando, por exemplo, investigação em sala-de-aula que lhes possibilitem colocar questões/hipóteses, recolher/sistematizar informação, integrando saberes prévios para construir novos conhecimentos e apresentar resultados à comunidade (escolar/científica), desenvolvendo capacidades de comunicação em Ciência (Carvalho e Dourado, 2013; Martins *et al.*, 2017). Deste modo, pretende-se construir um cenário geológico de aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP), partindo da problemática “*Podemos encontrar fósseis em rochas metamórficas?*” para aplicar a alunos de Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico e de Biologia e Geologia (10.º e 11.º anos), permitindo o estudo conjunto dos temas “fósseis” e “metamorfismo”.

1.1. Características e vantagens da ABRP

A metodologia de ensino orientada para a ABRP teve início nos anos sessenta do século passado, na Universidade de medicina de McMaster, no Canadá, sendo considerada, por vários autores (*e.g.* Savin-Baden, 2004; Vasconcelos *et al.*, 2012; Carvalho e Dourado, 2013), uma metodologia de ensino promotora de aprendizagens e de experiências significativas para os estudantes. Esta metodologia parte de um cenário problemático, caso,

¹ Universidade de Coimbra, Centro de Investigação da Terra e do Espaço da Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências da Terra, Polo II, Rua Sílvio Lima, 3030-790 Coimbra, Portugal.

² Universidade de Coimbra, Centre for Functional Ecology, Science for People & the Planet, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências da Vida, Calçada Martim de Freitas, 3000-456 Coimbra, Portugal.

³ Universidade de Aveiro, Centro de Investigação Didática e Tecnologia Educativa na Formação de Formadores, Departamento de Educação e Psicologia, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal.

contexto, situação-problema ou problemática real do quotidiano, que se revela importante em termos pessoais, sociais e/ou ambientais para o estudante, induzindo o questionamento e a procura de soluções através da realização de atividades de investigação (*inquiry*) (Dahlgren e Öberg, 2001; Vasconcelos *et al.*, 2012). Para que o cenário tenha impacto junto dos estudantes, é necessário que este seja: eficaz, atraindo o interesse pessoal e promovendo o questionamento (Barell, 2007; Vasconcelos *et al.*, 2012); desafiante, fornecendo pistas que promovam o debate interpares e guiem a resolução do problema (Dahlgren e Öberg, 2001); autêntico, integrando conteúdos curriculares em situações reais, mediáticas, do dia-a-dia de cada um (Dahlgren e Öberg, 2001); apropriado, garantindo a consonância entre os objetivos pessoais e os promovidos pelo currículo nacional (Dahlgren e Öberg, 2001); e funcional, ou seja, adequado ao nível etário e cognitivo dos estudantes, para que estes, mobilizem os seus conhecimentos na resolução do problema apresentado (Duch, 2001).

A implementação desta metodologia, durante os processos de ensino e de aprendizagem, deve desenvolver-se segundo uma estrutura cíclica organizada em fases obrigatórias (Fig. 1), de forma a contribuir para o desenvolvimento do raciocínio científico. Durante a realização da ABRP, estes têm que definir questões, recolher factos, formular hipóteses, descobrir evidências, procurar soluções e/ou colocar novas questões, argumentar, encontrar respostas, comunicar resultados e conclusões; a mesma metodologia também possibilita a compreensão da natureza da Ciência, para além, da aquisição de conhecimentos (Vasconcelos e Almeida, 2012; Vasconcelos *et al.*, 2012).

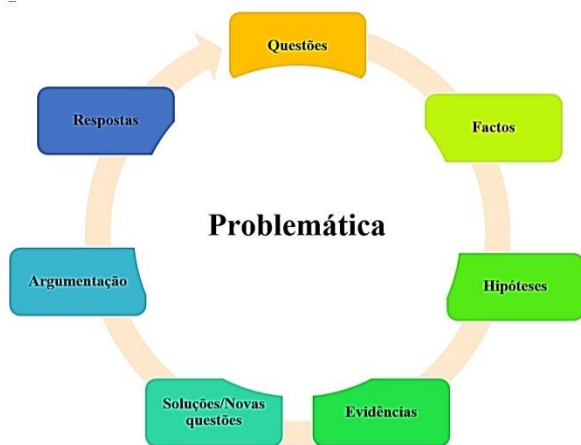


Figura 1. Processo cíclico da aprendizagem baseada na resolução de problemas (adaptado de Vasconcelos e Almeida, 2012, p. 22).

Figure 1. Problem-based learning (PBL) cyclical process (adapted from Vasconcelos and Almeida, 2012, p. 22).

A ABRP baseia-se no trabalho colaborativo de pequenos grupos, apoiados por um mediador (o professor), logística que se tem revelado muito vantajosa ao nível da construção do conhecimento e do desenvolvimento de competências, facilitando também, o papel de mediador desempenhado pelo professor no acompanhamento da resolução e evolução das tarefas, de modo a motivar, envolver e responsabilizar os estudantes pela construção do seu próprio conhecimento (Vasconcelos e Almeida, 2012; Vasconcelos *et al.*, 2012).

No entanto, são referidas dificuldades na implementação do trabalho de grupo colaborativo, relacionadas com: o elevado

número de alunos por turma; a escassez de materiais didáticos/tecnológicos; a indisciplina; e as características da sala-de-aula (Vasconcelos e Almeida, 2012). De igual modo, na implementação da ABRP destacam-se: a falta de qualificação/formação de professores para desempenhar o papel de facilitador/mediador do processo, para orientar o processo de questionamento e investigação sem fornecer demasiadas explicações, potenciando a aprendizagem autónoma e colaborativa (Hmelo-Silver, 2004; Vasconcelos *et al.*, 2012); a reduzida experiência de resolução de problemas em contexto de sala-de-aula por parte dos estudantes, o que os leva a sentir falta de apoio para concretizar as tarefas, acusando os professores de não lecionarem corretamente os conteúdos (Vasconcelos *et al.*, 2012); e inadequação do processo avaliativo que contempla preferencialmente os saberes conceituais, desvalorizando este tipo de trabalho que implica maior esforço e dedicação do estudante, para realizar as aprendizagens (Vasconcelos e Almeida, 2012).

A aplicação deste método de ensino, de corresponsabilização pessoal de participação/empenho, valoriza processos e produtos do trabalho interpares, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo, procedimental e afetivo do estudante. Este apreende conteúdos como meios necessários ao exercício do pensar e de uma cidadania ativa (Vasconcelos e Almeida, 2012; Vasconcelos *et al.*, 2012).

1.2. As tecnologias e a ABRP

Hoje, mais que nunca, fazer, ensinar, aprender e comunicar Ciência, implica o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Por isso, é essencial integrar as TIC nas práticas pedagógicas, para que os estudantes desenvolvam competências para lidar com os desafios da sociedade contemporânea, cada vez, mais tecnológica e globalizante, permitindo-lhes, desempenhar um papel ativo e crítico durante os processos de decisão que afetam o seu quotidiano (Martins *et al.*, 2017).

Tendo em conta a metodologia da ABRP, o uso da tecnologia em sala-de-aula constitui uma ferramenta particularmente útil, pois permite pesquisar e analisar criticamente a informação sobre o cenário-problemático apresentado, discutir resultados e/ou teorias para solucionar o problema e as questões colocadas ao longo do processo, e construir soluções e comunicar esses resultados (Barber *et al.*, 2015; Verstegen *et al.*, 2018). Permite, também, centrar os processos de ensino e de aprendizagem no aluno que passa a desempenhar um papel ativo, desenvolvendo competências essenciais, como a autonomia, a responsabilidade e o pensamento crítico e criativo (Verstegen *et al.*, 2018).

1.3. “Podemos encontrar fósseis em rochas metamórficas?”

Os conteúdos sobre “fósseis” e “rochas metamórficas”, que estão na base da construção desta ABRP, tendem a ser lecionados de forma independente e sem qualquer relação, quer no ensino básico como no secundário, o que induz a construção de pré-conceitos que dificultam a compreensão dos processos geológicos envolvidos. No entanto, a presença de fósseis em rochas resultantes de processos de metamorfismo regional é relativamente frequente, sobretudo nas de mais baixo grau de metamorfismo (Jain, 2020).

Como se sabe, as evidências morfológicas e químicas da vida antiga estão amplamente representadas no registo fóssil, ocorrendo principalmente em rochas sedimentares (Bernard *et al.*, 2007). O

metamorfismo é bastante prejudicial à preservação dessa informação biológica, limitando, assim, o registo geológico onde se podem encontrar vestígios paleontológicos (Bernard *et al.*, 2007). O aumento da pressão e temperatura do meio, em função da profundidade, assim como a deformação e o metassomatismo que afetam as rochas, também contribuem para alterar a morfologia, composição e estrutura dos constituintes orgânicos e minerais dos fósseis, condicionando a pesquisa de restos biogénicos no registo geológico, especialmente no que diz respeito às sucessões paleozoicas ou anteriores (Schopf *et al.*, 2002; Parry *et al.*, 2017). Contudo, vários estudos têm revelado a presença de fósseis microscópicos em rochas intensamente metamorfizadas, contrariando a crença de que o metamorfismo de alto grau apaga todos os vestígios de fósseis nas rochas (Bernard *et al.*, 2007; Parry *et al.*, 2017; Allwood *et al.*, 2018).

Olhando a Geologia portuguesa e os extensos corpos metamórficos repartidos por vários setores do Maciço Hespérico, não é difícil encontrar contextos desta natureza, em que unidades metassedimentares e metamórficas apresentam conteúdo fóssil de diversa ordem como, por exemplo, restos vegetais, invertebrados marinhos e microfósseis. A sua diversidade e repartição geográfica possibilitam o estudo contextualizado destes conteúdos curriculares com a Geologia local e regional, sendo, por conseguinte, importantes do ponto de vista científico, económico e histórico/cultural, contribuindo para que os estudantes tenham uma visão mais holística das Ciências da Terra.

2. Metodologia

A metodologia de elaboração dos recursos educativos envolveu um estudo com três fases (Fig. 2): planificação da ABRP, construção de materiais didático-pedagógicos e validação dos materiais elaborados.



Figura 2. Esquema conceptual do estudo.

Figure 2. Conceptual scheme of the study.

2.1 Planificação

Como sequência metodológica consideraram-se: análise documental, que envolveu a revisão bibliográfica; definição dos objetivos; seleção dos temas - *fósseis* e *metamorfismo* - lecionados, respetivamente, nos subtemas “A Terra conta a sua história” e “Consequências da dinâmica interna da Terra”, do 7.º ano (DGE, 2018c) e nos domínios “Geologia e métodos” e “Sedimentação e rochas sedimentares”, do 10.º ano (DGE, 2018a), e “Metamorfismo e rochas metamórficas”, do 11.º ano (DGE, 2018b).

2.2 Construção de materiais didático-pedagógicos

A construção destes materiais visa auxiliar o professor na preparação, implementação e avaliação da ABRP. Sempre que

possível, os recursos foram desenhados de modo a poderem ser aplicados em formato digital e/ou impressos.

O cenário geológico de cariz didático-pedagógico foi desenhado de acordo com as linhas orientadoras de uma ABRP segundo Vasconcelos e colaboradores (2012). Para tal, construiu-se um vídeo de apresentação do cenário-problemático, intitulado “Podemos encontrar fósseis em rochas metamórficas?”, recorrendo ao *PowerPoint* e à aplicação “editor de vídeo” do *Microsoft Windows*, para sequenciar as fotografias e notícias escritas e audiovisuais utilizadas. Durante a construção deste cenário, tendo em conta o público-alvo, pretendeu-se que este fosse eficaz, desafiante, autêntico, apropriado e funcional (Carvalho e Dourado, 2013).

Construiu-se um guião do professor (disponibilizado em formato PDF e Word), para orientar a implementação da ABRP e fornecer os recursos didáticos necessários: planificação e planos de aula, com indicações orientadoras relevantes para o sucesso da atividade; instrumentos de avaliação, critérios e grelhas de avaliação do processo e dos produtos desenvolvidos pelos estudantes; e questionários de avaliação da ABRP para professor e estudante.

Elaborou-se a App “Fósseis em rochas metamórficas”, recorrendo ao site “Fabapp - Fábrica de aplicativos” (<https://fabricadeaplicativos.com.br/>) em formato App (*application*), para orientar o estudante na organização e resolução autónoma da problemática, disponibilizando recursos e indicações/orientações para a execução das tarefas e entrega do produto final. Este guião também é disponibilizado em versão PDF, de modo, a mitigar eventuais constrangimentos logísticos, relacionados com a falta de equipamentos tecnológicos em sala-de-aula.

2.3 Validação dos materiais didático-pedagógicos

Na validação dos recursos participaram três professores do ensino superior, especialistas em Geociências e em Educação, e um professor de Biologia e Geologia do ensino secundário. A avaliação foi realizada através de um questionário digital no *Google Docs*, constituído por questões de resposta aberta e remetido por correio eletrónico. As respostas obtidas foram sujeitas a uma análise de conteúdo, tal como sugerido por Amado (2000), procedendo-se às reformulações sugeridas.

3. Resultados

Os materiais construídos estão disponíveis em <https://bit.ly/3e68Yb7>, nas entradas “7.º ano: Podemos encontrar fósseis em rochas metamórficas?” e “10.º/11.º anos: Podemos encontrar fósseis em rochas metamórficas?”. O vídeo “Podemos encontrar fósseis em rochas metamórficas?”, apresenta o cenário-problemático. O guião do professor, é constituído por cinco partes: 1) introdução; 2) planificação, com indicação do título, destinatários, tema(s), conteúdos, conceitos, pré-requisitos, aprendizagens essenciais, competências do PA, objetivos, interdisciplinaridade, duração, recursos didáticos, instrumentos de avaliação e bibliografia de apoio; 3) planos de aula, com sugestão de sumário, indicações metodológicas, recursos e instrumentos de avaliação e observações; 4) recursos didático-pedagógicos, com breve descrição dos mesmos; 5) instrumentos de avaliação, disponibilizando-se grelhas e critérios de avaliação do processo e dos produtos, e questionários, para avaliação da ABRP, a aplicar a professores e alunos.

Por fim, a App “Fósseis em rochas metamórficas” foi pensada para funcionar como o guião do estudante, sendo constituída por

seis abas principais: 1) “App”, apresenta o conteúdo aplicação; 2) “Fósseis em rochas metamórficas”, inclui os itens “Introdução”, “Duração”, “Objetivos”, “Material” e “Procedimento”; 3) “Vídeo”, apresenta o cenário-problema; 4) “Bibliografia”, inclui os itens “Sites” e “Livros” de consulta sugerida; 5) “Póster”, inclui os itens “Como fazer o poster” e “Póster – exemplos”, que orientam a elaboração do produto a apresentar; e 6) “Mural” onde os estudantes poderão dar a sua opinião relativamente à ABRP.

4. Considerações finais

Com a elaboração deste trabalho construiu-se um cenário geológico de aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) partindo da problemática “Podemos encontrar fósseis em rochas metamórficas?” para aplicar nas disciplinas de Ciências Naturais do 7.º ano de escolaridade e de Biologia e Geologia do 10.º e 11.º anos de escolaridade, que permite o estudo conjunto dos temas “fósseis” e “metamorfismo regional”. Para promover a sua implementação em sala-de-aula, construiu-se um guião do professor que inclui a planificação da ABRP, a descrição dos recursos didáticos e instrumentos de avaliação (critérios e grelhas de avaliação, e questionários) e a App “Fósseis em rochas metamórficas”, que fornece as indicações necessárias à resolução da ABRP apresentada. Estes recursos didático-pedagógico estão disponíveis *on-line* em <https://bit.ly/3e68Yb7>, nas entradas “7.º ano: Podemos encontrar fósseis em rochas metamórficas?” e “10.º/11.º anos: Podemos encontrar fósseis em rochas metamórficas?”. Esta ABRP proporciona o envolvimento dos estudantes com o mundo digital nas diversas fases do seu desenvolvimento. Futuramente, pretende-se a sua implementação em contexto letivo, de modo a avaliar o seu impacto na motivação e na aprendizagem dos conteúdos.

Agradecimentos

À FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia) pelo apoio financeiro no quadro do orçamento nacional e do orçamento comunitário através do FSE, através do Programa Operacional Regional Centro, no âmbito da Bolsa de Investigação SFRH/BD/148734/2019 de Carla Marques. Esta investigação foi também realizada no âmbito das Unidades de I&D *Centre for Functional Ecology – Science for People & the Planet*, Centro de Investigação da Terra e do Espaço e Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores com as referências UIDB/04004/2020, UID/Multi/00611/2020, CEECIND/03328/2018 e UIDB/00194/2020, com apoio financeiro da FCT/MCTES através de fundos nacionais (PIDDAC) e do FEDER – Fundo de Desenvolvimento Regional Europeu através do COMPETE 2020 – Programa Operacional de Competitividade e Internacionalização (projeto POCI-01-0145-FEDER-006922). Agradecemos ao Doutor Mário Machão e à Doutora Clara Vasconcelos a revisão crítica deste manuscrito e as sugestões que o enriqueceram.

Referências

Amado, J., 2000. A técnica de análise de conteúdo. *Referência*, 5: 53-63.
 Allwood, A. C., Rosing, M. T., Flannery, D. T., Hurowitz, J. A., Heirwegh, C. M., 2018. Reassessing evidence of life in 3,700-million-year-old rocks of Greenland. *Nature*, 563(7730): 241-244. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0610-4>
 Barber, W., King, S., Buchanan, S., 2015. Problem based learning and authentic assessment in digital pedagogy: Embracing the role of collaborative communities. *Electronic Journal of E-Learning*, 13(2): 59-67.

Barell, J., 2007. *Problem-based learning: An inquiry approach*. Corwin Press, Thousand Oaks, California, 192.
 Bernard, S., Benzerara, K., Beyssac, O., Menguy, N., Guyot, F., Brown Jr, G. E., Goffé, B., 2007. Exceptional preservation of fossil plant spores in high-pressure metamorphic rocks. *Earth and Planetary Science Letters*, 262(1-2): 257-272. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.07.041>
 Carvalho, C. J., Dourado, L. G. P., 2013. Proposta de uma tipologia de cenários usados na aprendizagem baseada na resolução de problemas. *Atas do XII Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia*. Universidade do Minho, Braga, 2746-2763.
 Dahlgren, M., Öberg, G., 2001. Questioning to learn and learning to questioning: Structure and function of problem-based learning scenarios in environmental science education. *Higher Education*, 41: 263-282. <https://doi.org/10.1023/A:1004138810465>
 DGE (Direção-Geral da Educação), 2018a. Aprendizagens essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 10.º ano. Ensino Secundário. Biologia e Geologia. *Direção-Geral da Educação, Lisboa*, 1-12.
 DGE (Direção-Geral da Educação), 2018b. Aprendizagens essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 11.º ano. Ensino Secundário. Biologia e Geologia. *Direção-Geral da Educação, Lisboa*, 1-11.
 DGE (Direção-Geral da Educação), 2018c. Aprendizagens essenciais - Articulação com o perfil dos alunos. 7.º ano. 3.º Ciclo do Ensino Básico. Ciências Naturais. *Direção-Geral da Educação, Lisboa*, 1-11.
 Duch, B., 2001. Writing problems for deeper understanding. In: Duch, B., Groh, S., Allen, D. (Eds.). *The Power of problem-based learning - A practical “how to” for teaching undergraduate courses in any discipline*. Stylus Publishing, Virginia, 47-55.
 Hmelo-Silver, C. E., 2004. Problem-based learning: What and how do students learn?. *Educational Psychology Review*, 16(3): 235-266.
 Jain, S., 2020. *Fundamentals of Invertebrate Palaeontology*. Springer, Índia.
 Martins, G. D. O., Gomes, C. A. S., Brocardo, J., Pedroso, J. V., Camilo, J. L. A., Silva, L. M. U., Rodrigues, S. M. C. V., 2017. Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória. *Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação, Lisboa*, 1-33.
 Parry, L. A., Smithwick, F., Nordén, K. K., Saitta, E. T., Lozano-Fernandez, J., Tanner, A. R., Vinther, J., 2018. Soft-bodied fossils are not simply rotten carcasses – toward a holistic understanding of exceptional fossil preservation: exceptional fossil preservation is complex and involves the interplay of numerous biological and geological processes. *BioEssays*, 40(1): 1700167. <https://doi.org/10.1002/bies.201700167>
 Savin-Baden, M., 2004. Understanding the impact of assessment on students in problem-based learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 41(2): 221-233. <https://doi.org/10.1080/1470329042000208729>
 Schopf, J. W., Kudryavtsev, A. B., Agresti, D. G., Wdowiak, T. J., Czaja, A. D., 2002. Laser-Raman imagery of Earth's earliest fossils. *Nature*, 416(6876): 73-76. <https://doi.org/10.1038/416073a>
 Vasconcelos, C., Almeida, A., 2012. *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências: Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia*. Coleção Panorama. Porto Editora, Porto, 127.
 Vasconcelos, C., Amador, M. F., Soares, R. B., Pinto, T. F., 2012. Questionar, investigar e resolver problemas: reconstruindo cenários geológicos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(3): 709-720.
 Verstegen, D., Dailey-Hebert, A., Fonteijn, H., Clarebout, G., Spruijt, A., 2018. How do virtual teams collaborate in online learning tasks in a MOOC?. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(4). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i4.3528>