

# O jogo *Os minerais do teu dia-a-dia* no ensino contextualizado da Geologia

## Isabel Teixeira

Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR/CIMAR),  
Universidade do Porto. [up199202433@fc.up.pt](mailto:up199202433@fc.up.pt)

## Dulce Lima

Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR/CIMAR),  
Universidade do Porto. [dulce.lima@fc.up.pt](mailto:dulce.lima@fc.up.pt)

**Resumo:** Recorrer a atividades motivadoras e inovadoras no ensino da Geologia, utilizando o quotidiano para evidenciar a sua presença no dia-a-dia, são fatores potenciadores da literacia geológica dos alunos. O jogo fomenta mudanças de conceções quanto à relevância desta Ciência, frequentemente desvalorizada pelos estudantes. Promove, ainda, a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem da Geologia, contribuindo para o objetivo 4 da Agenda 2030 das Nações Unidas. O presente estudo descritivo recorreu a uma amostra constituída por alunos de duas turmas (A e B) do 7.º ano de escolaridade (n=37), que frequentavam uma escola pública portuguesa. Pretendeu-se verificar o impacto do ensino contextualizado baseado num jogo na aquisição de aprendizagens essenciais. Na turma A, a abordagem do conteúdo *Rochas e Minerais* desenvolveu-se com o jogo, enquanto que, na turma B, ocorreu sem este recurso. No final da intervenção foi aplicado às duas turmas o mesmo instrumento de avaliação. Os resultados da investigação sugerem que o jogo favoreceu, de forma significativa, a aquisição de aprendizagens essenciais por parte dos alunos que o realizaram.

**Palavras-chave:** 3.º Ciclo do Ensino Básico; Currículo das Ciências; Ensino Baseado em Jogos; Ensino Contextualizado; Sistema Terra.

## INTRODUÇÃO

Parece-nos consensual que os modelos tradicionais de ensino não conseguem responder às atuais exigências, nem cumprem uma das funções da educação que é preparar os alunos para o futuro (Campos & Ramos, 2020). Numa sociedade em constante mudança e tendo os jovens de hoje acesso a meios de informação tão diversificados, impõe-se uma preocupação consciente do professor na sua prática letiva. De acordo com Marcelo (2009), ser professor

no século XXI exige um esforço redobrado que responda às solicitações atuais do conhecimento, num ensino motivador e eficaz que promova adequadamente o direito do aluno em aprender. Desta forma, urge refletir sobre um ensino que dê primazia ao desenvolvimento de competências múltiplas, que prepare os jovens para uma cidadania consciente e ativa. Considera-se, ainda, que a realidade dos alunos, assim como os seus interesses, devem ser tidos em conta para que a metodologia de ensino usada corresponda às suas necessidades (Gonzaga, Miranda, Ferreira, Costa, Freitas & Faria, 2017). Os autores Tseitlin e Galili (2006), destacam a preocupação do ensino com o conhecimento, podendo este ser organizado e explicado de formas menos tradicionais. Tornar o ensino das Ciências significativo, pressupõe que o professor deixe de ser simplesmente um transmissor de conhecimentos científicos (Nicácio, Gomes de Almeida & Correia, 2017). O ensino das Geociências, em particular, não deve resumir-se unicamente ao seu caráter científico, sendo, igualmente, primordial investir na sua componente formativa, desde os níveis mais básicos do ensino (Constante & Vasconcelos, 2010). Segundo Barros, Almeida & Cruz (2012), reconhece-se um esforço pelo aperfeiçoamento de metodologias de ensino na área da Geologia, que contribuam para que os alunos se tornem cidadãos críticos, interventivos e assertivos na sua ação, enquanto membros responsáveis na sociedade da qual fazem parte. As metodologias de ensino ativas têm sido amplamente utilizadas nos últimos anos como processos pedagógicos, envolvendo os alunos em atividades com a finalidade de estimular competências cognitivas e promover a aprendizagem (Hartt, Hosseini & Mostafapour, 2020). O trabalho de Freemanet, Eddy, Mcdonough, Smith, Okoroafor, Jordt & Wenderoth (2014), enfatiza, ainda, estudos experimentais que revelam a eficácia das metodologias de aprendizagem ativa relativamente às tradicionais. Adicionalmente, a literatura da especialidade refere que os estudantes aprendem melhor quando participam ativamente nas atividades propostas em sala de aula (Mosher, Harrison, Huntoon, Keane, McConnell, Miller, Ryan, Summa, Villalobos & White, 2021), tendo os jogos uma grande relevância nos processos de ensino e de aprendizagem pela influência que exercem na motivação dos alunos (Miller, 2014). Importa perceber de que forma a implementação do jogo no ensino da Geologia é um fator potenciador do sucesso educativo. Neste sentido, definiu-se como problema de investigação verificar se o jogo educativo utilizado num ensino contextualizado, potencia o desenvolvimento das aprendizagens essenciais *Identificar alguns minerais (...), em amostras de mão de rochas e minerais* e *Explicitar a importância do*

*conhecimento geológico para a sustentabilidade da vida na Terra*, na disciplina de Ciências Naturais do 7.º ano de escolaridade.

## **CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA**

Desde sempre, o Homem utiliza os recursos naturais existentes, nomeadamente, geológicos, na procura de uma melhor qualidade de vida (Lima, 2020). Os conceitos de Geociências estão, por isso, inerentes no dia-a-dia dos cidadãos. Perante o consumismo desenfreado que se verifica na sociedade atual, que dispõe de materiais tecnológicos cada vez mais evoluídos e acessíveis, constata-se a dificuldade de perceção por parte do cidadão sobre a utilização dos recursos minerais na sua produção. Assim, urge a consciencialização para o desenvolvimento sustentável, potenciador de mudanças comportamentais coerentes com o equilíbrio do sistema Terra. Neste contexto, as Ciências da Terra podem dotar os cidadãos de conhecimento, capacidade de formular opiniões conscientes e intervir de forma responsável em questões preponderantes do seu dia-a-dia (Orion, Shankar, Greco & Berenguer, 2021). A abordagem ao sistema Terra é a moldura ideal para o ensino curricular das Ciências (Orion & Fortner, 2003), partindo da visão holística que inter-relaciona os subsistemas terrestres (geosfera, hidrosfera, criosfera, atmosfera, biosfera) e conecta, ainda, o mundo natural com a tecnologia, a partir da transformação das matérias-primas existentes (Orion, 2007). Apesar do papel crucial das Ciências da Terra na promoção da literacia científica dos cidadãos, e na compreensão das questões ambientais que afetam a sociedade contemporânea, verifica-se uma lacuna preocupante entre a sua significativa relevância na sociedade e o pouco destaque nas escolas de todos o mundo (Orion et al., 2021).

Pela complexidade inerente aos conteúdos científicos, as Ciências nem sempre despertam interesse junto dos alunos, o que exige adequações por parte dos professores e a implementação de estratégias e recursos diversificados (Nicola & Paniz, 2016). Na tentativa de ultrapassar o constrangimento referido e tornar os conteúdos mais compreensíveis, interessantes e relevantes, tem sido largamente implementado o ensino contextualizado (Podschuweit & Bernholt, 2018). Nesta abordagem, são apresentadas situações reais, potencialmente significativas para o aluno, centro do processo educativo (Leite, Dourado, Afonso & Morgado, 2017), permitindo-lhe relacionar a Ciência ao seu quotidiano, nomeadamente às questões sociais e inovações tecnológicas (Podschuweit & Bernholt, 2018). Esta dinâmica vai ao encontro do preconizado pelas orientações

curriculares para o 3.º ciclo do ensino básico português, que sugere a abordagem dos conhecimentos científicos a partir de situações reais referentes ao quotidiano do estudante (DEB, 2001). O documento em causa salienta, ainda, a importância da literacia científica como fundamental para o exercício pleno da cidadania, sendo essencial na sua promoção o desenvolvimento de competências em diferentes domínios, nomeadamente, no conhecimento (substantivo, processual ou metodológico, epistemológico), no raciocínio, na comunicação e nas atitudes. Segundo Cunha (2006), a perspectiva Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) no currículo das Ciências, é essencial na promoção da literacia científica, pretendendo-se que o aluno conheça e valorize a Ciência e a Tecnologia no seu dia-a-dia, sendo capaz de utilizar o conhecimento na resolução de questões sociais. Acresce que um dos desafios das escolas é garantir a preparação dos alunos para as múltiplas exigências das sociedades contemporâneas. Os documentos orientadores do Ministério da Educação português, relativos às aprendizagens essenciais e ao perfil do aluno, aludem que à saída do percurso escolar, os jovens possuam diversas competências que lhes permitam analisar e questionar criticamente a realidade, avaliar e selecionar a informação, formular hipóteses e tomar decisões fundamentadas no seu dia-a-dia, serem autónomos, responsáveis e conscientes de si e do mundo que os rodeia, de forma a tornarem-se cidadãos mais justos e capazes de intervir na sociedade de que fazem parte (Martins, Gomes, Brocardo, Pedroso, Carrillo, Silva, Encarnação, Horta, Calçada, Nery & Rodrigues, 2017).

Constante e Vasconcelos (2010) consideram que as atividades lúdico-práticas são uma importante ferramenta de trabalho quando o professor as explora com o intuito de desenvolver competências e estimular a motivação dos discentes. Assinalam, ainda, o caráter integrador de outras dimensões, nomeadamente, a afetividade e a colaboração entre pares, contribuindo, assim, para a motivação e o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, o que estimula a interação aluno-aluno e aluno-professor. Este tipo de atividade caracteriza-se por desafiar o jovem, motivando-o a conhecer as suas potencialidades e possibilidades de superação de dificuldades na procura do sucesso, importante na aquisição da autoestima e na melhoria das suas expectativas de autoeficácia. Estas autoras apresentam um abrangente conjunto de atividades lúdico-práticas, destacando os jogos como sendo os que têm mais relevância nos processos de ensino e de aprendizagem, pelo impacto muito positivo que exercem na motivação dos estudantes. Para além do papel de destaque na aprendizagem (Al-Azawi, Al-Faliti & Al-Blushi, 2016), os jogos podem, ainda,

estreitar relações entre professor e aluno, tornando-os parceiros na busca do próprio conhecimento (Nicola & Paniz, 2016). A literatura refere que os jogos têm ganhado espaço nos últimos anos em várias disciplinas (Miller, 2014), tornando as aulas mais dinâmicas e interativas (Souza & Silva, 2012). A sua aplicação poderá enquadrar-se numa aprendizagem baseada em jogos segundo uma abordagem de ensino contextualizado (Hwang, Chiu & Chen, 2015). Os jogos podem tornar o conceito de aprendizagem mais agradável e fornecer uma plataforma para o pensamento criativo dos estudantes (Al-Azawi et al., 2016). Têm, ainda, grande relevância no que diz respeito à socialização dos discentes, pois promove a integração, a disciplina e o desenvolvimento do convívio social, através das atividades em grupo (Gonzaga et al., 2017). O estudo apresentado por Miranda (2001) destaca a pertinência da inclusão de jogos nos processos educativos em contexto de sala de aula, estando diretamente relacionada com cinco fenómenos de aprendizagem, nomeadamente, a cognição, a afeição, a socialização, a motivação e a criatividade. Adicionalmente, Miller (2014) considera que a implementação de jogos educativos permite que os alunos se envolvam com o material de forma interativa, assim como com a compreensão dos objetivos de aprendizagem desejados. Os estudos de Hartt et al. (2020) enfatizam a importância dos jogos e a sua dinâmica no estímulo psicológico, aumentando o foco e a memória do aluno. Este recurso é considerado didático quando mantém um equilíbrio entre as componentes lúdica e educativa, sendo que a primeira está relacionada com o caráter de diversão e prazer que o mesmo induz e a segunda, refere-se à assimilação de conhecimentos, competências e saberes que promove (Cunha, 2012). Já Jann e Leite (2010) classificam o jogo de didático quando esta ferramenta tem como objetivo atingir conteúdos específicos. Este tipo de jogo apresenta-se como um instrumento muito prático para resolver os problemas apontados por professores e alunos, onde a falta de estímulo, a carência de recursos e aulas repetitivas podem ser resolvidas com eficiência, uma vez que estes recursos associam as brincadeiras e a diversão com a aprendizagem. Adicionalmente, surge o conceito de jogo sério, especialmente útil para professores de disciplinas de Ciências, que se apresenta com a finalidade de ensinar e não entreter, além de gerar algum tipo de consciência, sensibilidade, comprometimento ou mudança de comportamento nos intervenientes (Schmidt, Radchuk & Meinhart, 2014). Acresce que o sucesso dos alunos requer, para além do conhecimento dos conteúdos científicos, uma diversidade de habilidades e competências interdisciplinares (Mosher et al., 2021). Destacam-se o pensamento crítico, a criatividade, a colaboração e a

comunicação, consideradas inovadoras e referenciadas como competências do Séc. XXI (Binkley, Erstad, Herman, Raizen, Ripley & Runmble, 2014). Resultados anteriores sugerem que a aprendizagem baseada em jogos possa ser eficaz, nomeadamente, no desenvolvimento destas competências (Al-Azawi et al., 2016).

## **METODOLOGIA**

Foi desenvolvido um estudo descritivo apoiado no método qualitativo que recorreu à técnica da observação-participante. A professora-investigadora, primeira autora do trabalho, foi o agente facilitador da aprendizagem, tendo um envolvimento real no cenário da investigação, nomeadamente, no cumprimento das regras do jogo e na validação da intervenção dos alunos. A amostra, constituída por 37 alunos de duas turmas (A e B) do 3.º ciclo do ensino básico que frequentavam o 7.º ano de escolaridade, numa escola pública portuguesa, apresentava idades compreendidas entre os 12 e os 13 anos. Os participantes foram voluntários, garantido-se o anonimato e a confidencialidade no tratamento dos dados. O jogo abordou o conteúdo *Rochas e Minerais*, transversal aos sub-temas, *Dinâmica Externa da Terra* e *Ciência Geológica e Sustentabilidade da Vida na Terra*, definidos no currículo nacional da disciplina de Ciências Naturais. Para promover o ensino contextualizado da Geologia, foi apresentada a ambas as turmas a questão central, *Qual a importância dos minerais na sociedade*, orientadora das aprendizagens essenciais a desenvolver. Apenas na turma A foi aplicado o jogo como metodologia de ensino, permitindo aos alunos identificar minerais através da associação a objetos do seu quotidiano. Os alunos foram agentes ativos no processo de aprendizagem e o trabalho em grupo foi colaborativo, uma vez que os estudantes interagiram entre si. As regras do jogo foram delineadas e previamente disponibilizadas na plataforma digital *classroom*, tendo havido, ainda, um momento, no início da aula para o esclarecimento de dúvidas. A atividade de aprendizagem formal com recurso a esta ferramenta teve a duração de 50 minutos, correspondente a um tempo letivo. Da composição do jogo fazia parte um tabuleiro (Figura 1), com o total de vinte casas de passagem, quatro peões, um dado, um cronómetro, um conjunto de cartões com informação relativa aos minerais, uma caixa com dez minerais distintos, uma escala de Mohs, o manual escolar adotado, uma amostra de porcelana e um frasco com ácido clorídrico diluído.

**Figura 1:** Tabuleiro do jogo *Os minerais do teu dia-a-dia*



Fonte das imagens: <https://br.freepik.com/>

Do ponto de vista organizacional, os estudantes foram distribuídos em quatro grupos de trabalho (equipas), aos quais se atribuiu um peão de cor diferente. Previamente, escolheu-se a ordem pela qual os intervenientes jogavam, tendo em conta a pontuação obtida no lançamento inicial do dado. Cada uma das casas referidas anteriormente continha uma imagem de objetos frequentemente utilizados no dia-a-dia dos alunos (cuja composição integrava, direta ou indiretamente, um mineral), informações orientadoras para a progressão no jogo, e, ainda, questões de reflexão alusivas à temática, como por exemplo, *Já pensaste na quantidade de materiais que existem em tua casa que dependem da exploração de recursos minerais?* À medida que as equipas paravam numa casa, cumpriam as indicações dadas, e sempre que surgiu o objeto do quotidiano, o desafio era identificar o mineral a ele associado. Para o conseguirem, a professora lia a(s) pista(s) fornecidas pelo cartão correspondente à respetiva casa, como, a sua proveniência, a forma de exploração, o local de extração em Portugal (se aplicável), outras possíveis aplicações e algumas das propriedades dos minerais (cor, traço, brilho, dureza, reação ao ácido). O número de pistas lidas variou de acordo com a necessidade

de cada equipa ao longo do jogo. Cada grupo podia conquistar um mineral através da primeira pista ou necessitar, para o efeito, de mais informações. Com o recurso aos constituintes do jogo, cada equipa tinha no máximo 10 minutos para identificar o mineral, ganhando-o. Para dar início a uma nova jogada, lançava-se o dado, o que possibilitava a conquista de outro mineral. O grupo vencedor foi o que, até o final do jogo, acumulou o maior número de minerais. Tal como defendem Hartt et al. (2020), estimulou-se a autonomia e a interação entre pares, ao fomentar a escolha de diferentes estratégias, por parte dos alunos, para vencer o jogo. Os mesmos autores consideram que a interajuda, a competição e a negociação entre os jogadores, inerentes ao jogo, potenciam o trabalho colaborativo. Corroborando com o estudo apresentado por Liu e Chena (2013), ao interpretar a(s) pista(s) e ao cooperar com os pares, através da comunicação verbal direta, os alunos interagiram entre si e aprenderam de uma forma prazerosa.

Na aula seguinte, após a intervenção letiva, foi aplicado a ambas as turmas o mesmo instrumento de avaliação, um teste, constituído por dez questões, com a duração de quarenta minutos. A professora-investigadora, primeira autora, recolheu e corrigiu as respostas dadas e, em conjunto com a segunda autora, analisou os resultados obtidos.

## RESULTADOS

A turma A, que revelava anteriormente um menor sucesso educativo, foi a que apresentou uma média superior no teste aplicado (Tabela 1). A média obtida pela turma B enquadrava-se no registo de sucesso que já evidenciava.

**Tabela 1:** Resultados obtidos no teste realizado pelas turmas.

| Turma A (n=19) |             |             | Turma B (n=18) |             |             |
|----------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|
| Média          | Nota mínima | Nota máxima | Média          | Nota mínima | Nota máxima |
| 83,7%          | 54%         | 97%         | 73,1%          | 40%         | 87%         |

Relativamente ao instrumento de avaliação (Tabela 2), salienta-se a questão *Explique a importância do estudo das propriedades dos minerais* (Q4) como a que apresentou maior discrepância de assertividade. A maioria dos alunos da turma A (n=15; 78,9%) respondeu corretamente à questão, enquanto que na turma B, apenas dois alunos (11,0%) o fizeram.



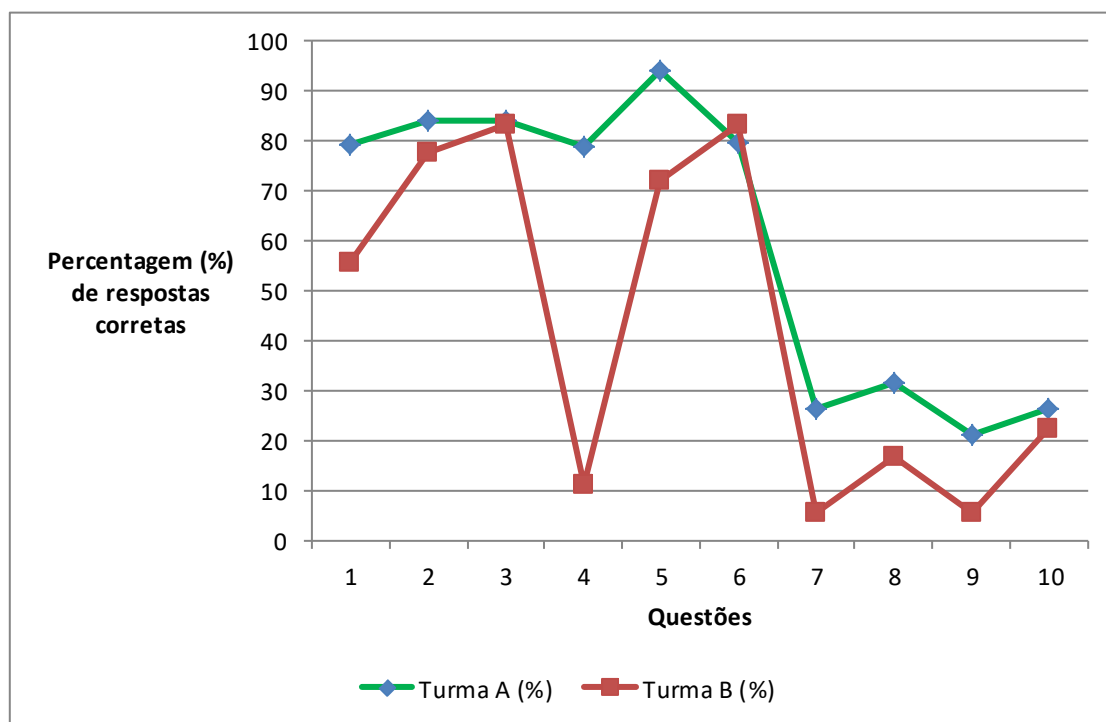
**Tabela 2:** Análise comparativa dos resultados obtidos no teste aplicado a ambas as turmas, considerando apenas as respostas corretas às questões apresentadas.

|   | <b>Turma A<br/>(n=19)</b> | <b>Turma B<br/>(n=18)</b> |
|---|---------------------------|---------------------------|
| Questões  | Respostas corretas        | Respostas corretas        |
| Q1. São características físicas de um mineral: (a) a reação aos ácidos, a dureza, a cor e o brilho. (b) a cor, a dureza e a reação aos ácidos. (c) a dureza, a cor e o brilho. (d) a reação aos ácidos, o brilho e a cor.   | 15 (79,4%)                | 10 (55,6%)                |
| Q2. Podemos afirmar que a grafite e o quartzo são minerais porque (a) apresentam durezas iguais a 8. (b) reagem ao ácido clorídrico. (c) apresentam clivagem. (d) são sólidos naturais e inorgânicos.   | 16 (84,2%)                | 14 (77,8%)                |
| Q3. Uma propriedade que não é referida na informação é (a) a cor. (b) a dureza. (c) a clivagem. (d) a risca.  | 16 (84,2%)                | 15 (83,3%)                |
| Q4. Explique a importância do estudo das propriedades dos minerais.   | 15 (78,9%)                | 2 (11,0%)                 |
| Q5.1 O mineral _____ pode ser riscado por uma unha. calcite. (b) diamante. (c) gesso. (d) fluorite.   | 16 (84,2%)                | 13 (72,2%)                |
| Q6. O mineral A é riscado pelo mineral B, mas não o consegue riscar. Assim, (a) as suas durezas não se podem comparar. (b) os dois minerais referidos têm a mesma dureza. (c) a dureza do mineral B é superior à do mineral A. (d) a dureza do mineral A é superior à do mineral B. | 15 (79,4%)                | 15 (83,3%)                |
| Q7. Com base nos conhecimentos sobre minerais, apresente uma explicação para a não aplicação do mármore na bancada das cozinhas.  | 5 (26,3%)                 | 1 (5,6%)                  |
| Q8. Muitas pinturas rupestres eram efetuadas com o recurso a diferentes minerais. Explique a utilização dos minerais neste tipo de arte, referindo-se às propriedades físicas em que se baseia.   | 6 (31,6%)                 | 3 (16,7%)                 |
| Q9. Apresente a importância dos minerais na sobrevivência da humanidade.  | 4 (21,0%)                 | 1 (5,6%)                  |
| Q10. Fundamente a afirmação: “Para identificar alguns minerais não podemos recorrer apenas a uma única propriedade”.  | 5 (26,3%)                 | 4 (22,2%)                 |

De salientar, ainda, que a turma A apresentou um número de respostas corretas superior em todas as questões, à exceção da Q6, embora com uma discrepância pouco significativa (Gráfico 1). Relativamente às Q7, Q8, Q9 e Q10, cuja percentagem de respostas corretas é mais baixa, as autoras apresentam

como justificação, o facto de aquelas serem itens de construção e de nível superior (Dahlgren & Öberg, 2001). Contudo, a maioria dos alunos, de ambas as turmas, não respondeu de forma incorreta, mas sim incompleta.

**Gráfico 1:** Percentagem de respostas corretas para cada questão do teste aplicado às turmas A e B.



A análise dos resultados apenas pode fornecer indicadores sobre a intervenção realizada, não permitindo generalizações.

## CONCLUSÕES

Os resultados da investigação sugerem que o jogo favoreceu, de forma significativa, a aquisição de aprendizagens essenciais por parte dos alunos que o realizaram. Sugerem, ainda, que o jogo de tabuleiro é uma ferramenta eficaz de aprendizagem ativa na promoção do desenvolvimento de competências científicas dos alunos. Durante o jogo, foi evidente o entusiasmo, a motivação e o envolvimento na construção do conhecimento, sugerindo que o ensino contextualizado baseado em jogos, contribuiu para a aprendizagem da Geologia. A maioria dos alunos expressou que gostava de continuar a “aprender jogando”, acrescentando, ainda, que aprender desta forma poderia ajudá-los na construção

do conhecimento científico. A metodologia de aprendizagem baseada em jogos contribuiu, assim, para potencializar o interesse pelos minerais. Foi, igualmente, observada a aprendizagem colaborativa, considerada fundamental para o sucesso escolar dos alunos. A primeira autora, professora titular da turma, constatou, ainda, que esta atividade potencializou a empatia e a aproximação entre alunos e docente.

## **AGRADECIMENTO**

Esta investigação foi apoiada por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) no âmbito das referências UIDB/04423/2020 e UIDP/04423/2020. Foi também apoiada pela Agência Nacional de Financiamento da Ciência, Investigação e Tecnologia (FCT), através de uma Bolsa de Doutoramento (ref. 2021.06990.BD).

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Al-Azawi, R., Al-Faliti, F., & Al-Blushi, M. (2016). Educational gamification vs game based learning. *Management and Technology*, 7(4), 132-136. DOI: 10.18178/ijimt.2016.7.4.659

Barros, J. F., Almeida, P., A., & Cruz, N. (2012). Fieldwork in geology: teachers' conceptions and practices. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, 829-834. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.06.743

Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., & Runmble, M. (2014). Partnership for 21st century skills. <http://www.p21.org/>

Campos, T., & Ramos, D. (2020). O uso de jogos digitais no ensino de Ciências Naturais e Biologia: uma revisão sistemática de literatura. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 450-473.

Constante, A., & Vasconcelos, C. (2010). Atividades lúdico-práticas no ensino da geologia: complemento motivacional para a aprendizagem. *Terræ Didactica*, 6(2), 101-123. DOI: 10.20396/td.v6i2.8637467

Cunha, M. (2006). O movimento Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) e o ensino de ciências: condicionantes estruturais. *Revista Varia Scientia*, 6(12), 121-134.

Cunha, M. (2012). Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. *Química Nova na Escola*, 34(2), 92-98.

Dahlgren, M., & Öberg, G. (2001). Questioning to learn and learning to question: Structure and function of problem-based learning scenarios in environmental science education. *Higher Education*, 41, 263-282.

DEB (2001). Currículo Nacional do Ensino Básico. Lisboa: DEB.

Freeman, S., Eddy, S. L., Mcdonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111, 8410-8415. DOI: 10.1073/pnas.1319030111

Gonzaga, G., Miranda, J., Ferreira M., Costa, R., Freitas, C., & Faria, A. (2017). Jogos didáticos para o ensino de ciências. *Revista Educação*, 17, 1-17.

Hartt, M., Hosseini, H., Mostafapour, M. (2020). Game On: Exploring the Effectiveness of Gamebased Learning. *Planning Practice & Research*, 1-16. DOI: 10.1080/02697459.2020.1778859

Hwang, G., Chiu, L., & Chen, C. (2015). A contextual game-based learning approach to improving students' inquiry-based learning performance in social studies courses. *Computers & Education*, 81, 13-25. DOI: 10.1016/j.compedu.2014.09.006

Jann, P. N. & Leite, M. F. (2010). Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. *Ciência & Cognição*, 15, 282-293.

Leite, L., Dourado, L. G. P., Afonso, A. S., & Morgado, S. F. (2017). *Contextualizing teaching to improve learning: The case of science and geography*. Nova Science Publishers.

Lima, A. (2020). O lítio, um metal para o futuro de Portugal? *Revista de Ciência elementar. Casa das Ciências*, 8(3), 24-26.

Liu, E., & Chena, P. (2013). The Effect of Game-Based Learning on Students' Learning Performance in Science Learning – A Case of “Conveyance Go”. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 1044 – 1051.

Marcelo, C. (2009). Desenvolvimento Profissional Docente: passado e futuro. *Revista de Ciências da Educação*, 08, 7-22.

Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L., Encarnação, M., Horta, M., Calçada, M., Nery, R., & Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos alunos à saída da Escolaridade Obrigatória*. Ministério da Educação. Direção Geral da Educação.

Miller, N. (2014). Games in the Classroom. *Indiana Libraries*, 33(2), 61-63. DOI: 10.1080/01421590802216274

Miranda, S. (2001). No fascínio do jogo, a alegria de aprender. *Ciência Hoje*, 28(168), 64-65.

Mosher, S., Harrison, W., Huntoon, J., Keane, C., McConnell, D., Miller, J., Ryan, J., Summa, L., Villalobos, J., & White, L. (2021). *Vision and change in the geosciences. The future of Undergraduate Geoscience Education* in S. Mosher & C. Keane (Eds.), (pp. 1-176). American Geosciences Institute.

Nicácio, S., Gomes de Almeida, A., & Correia, M. (2017). Uso de jogo educacional no ensino de Ciências: uma proposta para estimular a visão integrada dos sistemas fisiológicos humanos. *XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Universidade Federal de Santa Catarina.

Nicola, J., & Paniz, C. (2016). A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. *Rev. NEaD-Unesp*, 2(1), 355-381.

Orion, N. (2007). A Holistic Approach for Science Education For All. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(2), 99-106.

Orion, N., & Fortner, W. R. (2003). Mediterranean models for integrating environmental education and earth sciences through earth systems education. *Mediterranean Journal of Educational Studies*, 8(1), 97-111.\_\_\_\_

Orion, N., Shankar, R., Greco, R., & Berenguer, J. L. (2020). Promoting the Earth System approach and the meaning of learning. *European Geologist*,50,72-77. DOI: 10.5281/zenodo.4311722

Podschuweit, S., & Bernholt, S. (2018). Composition-effects of context-based learning opportunities on students' understanding of energy. *Research in Science Education*, 48(4), 717-752. DOI: 10.1007/s11165-016-9585-z

Schmidt, M., Radchuk, O., & Meinhart, C. (2014). A serious game for public engagement in synthetic biology. *International Conference on Serious Games*, 77-85. Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-05972-3\_9

Souza, H. Y. S., & Silva, C. K. O. (2012). Dados Orgânicos: Jogo Didático no Ensino de Química. *Holos*, 3(28), 107-121.

Tseitlin, M., & Galili, I. (2006). Science Teaching: what does it means? *Science & Education*, 5, 339-417. DOI: 10.1007/s11191-005-8261-x