

RECICLAGEM: ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO E A CRIAÇÃO DE NOVOS JOGOS AUTORAIS DIGITAIS

Francisco Leonardo Araújo Jesuino ¹
Luciana de Lima ²

RESUMO

O estudo investigou como a produção de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs), em formato de jogos digitais, pode contribuir para a compreensão do conceito de reciclagem por estudantes do Ensino Médio, fundamentada na Tecnodocência. A pesquisa, qualitativa, envolveu 18 estudantes de uma escola pública estadual de Fortaleza, Ceará, no primeiro semestre de 2024, organizada em três etapas: planejamento, coleta e análise de dados. A coleta foi realizada em três fases: aplicação de um Questionário Inicial (QI) para avaliar os conhecimentos prévios, desenvolvimento de uma Sequência Didática (SD) composta por oito intervenções em que os estudantes criaram Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs) utilizando a plataforma *Wordwall*, e aplicação de um Questionário Final (QF) com questão similar à do QI. As respostas foram analisadas classificando acertos (A1, A2, A3) e erros (E1, E2, E3) e relacionando-os a classificação da aprendizagem: processo, estagnação e finalização. Os resultados mostraram que 57,1% dos estudantes avançaram tiveram superação no processo de aprendizagem (PAS), elaborando respostas mais consistentes e conceitualmente corretas, enquanto 42,9% permaneceram na estagnação da aprendizagem (EA). Observou-se que a SD aliada à criação de MADEs promoveu protagonismo discente aliado ao engajamento, de modo a evidenciar que a Tecnodocência constitui uma abordagem inovadora para o ensino de educação ambiental, vinculando os processos de ensino, aprendizagem e avaliação e contribuindo para aprendizagens com mais significado com possibilidade de aplicação em diversos conteúdos da Educação Básica.

Palavras-chave: Tecnodocência, Sequência Didática, Materiais Autorais Digitais Educacionais, Ensino de Biologia.

INTRODUÇÃO

Nas escolas e universidades brasileiras, ainda predomina um modelo de ensino em que a ênfase recai sobre a fala do professor e a transmissão direta de conteúdos. Tal configuração, ao privilegiar apenas a exposição, acaba por restringir a participação dos estudantes, que ocupam um lugar secundário no processo formativo. De acordo com Benedetti Filho, Cavagis e Benedetti (2020), a incorporação de metodologias variadas amplia as possibilidades que favorecem a qualidade das práticas pedagógicas, tornando as aulas mais envolventes. Assim, romper com a centralidade exclusiva da exposição

¹ Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará, professorleonardo.bio@gmail.com

² Doutora em Educação pela Universidade Federal do Ceará, luciana.virtual@ufc.br;



tradicional significa abrir espaço para que o estudante atue como sujeito ativo na construção do conhecimento.

Em consonância com este pensamento, Silveira (2025) defende a utilização de materiais variados, sejam eles experimentais, visuais ou digitais, para que as possibilidades de exploração do conhecimento sejam mais enriquecedoras no processo formativo.

No ensino de Biologia, a ênfase quase exclusiva no livro didático acaba limitando a compreensão de conceitos fundamentais, como a definição e a diversidade das células, ou mesmo questões relacionadas à Biodiversidade e à Educação Ambiental. O excesso de dependência desse recurso tende a gerar abordagens superficiais e pouco contextualizadas, distanciando o estudante de uma aprendizagem mais crítica.

Nesse contexto, Borges (2025) enfatiza que as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) possuem um potencial pedagógico significativo quando integrados na prática docente e associados ao desenvolvimento de materiais concretos pelos próprios estudantes, sobretudo para trabalhar conceitos ligados à Educação Ambiental. Oliveira (2025) destaca a importância do uso de TDICs incorporadas à prática docente de maneira crítica e propõe que recursos digitais como *animés* podem favorecer o ensino de Biologia com contexto lúdico e associativo. Jesuino, Lima e Rodrigues (2025) corroboram esta compreensão e indicam a eficácia da influência de TDICs associadas em um contexto tecnodocente.

Todavia, existem limitações no ensino que são reflexo, em boa parte das ocasiões, de uma formação de professores pouco eficaz, que nem sempre é estruturada de modo a oferecer suporte didático-metodológico capaz de enfrentar os desafios atuais. Maciel *et al.* (2025) incrementam que a formação de licenciandos podem preparar melhor, futuros professores com inserção de processos mais autônomos, participativos e inovadores para os estudantes como no cenário da Tecnodocência. Nesse sentido, jogos digitais desenvolvidos pelos próprios estudantes representam alternativas relevantes para o ensino de temáticas ligadas à Educação Ambiental.

Jesuino e Lima (2023) apontam que esses recursos promovem maior envolvimento dos estudantes e facilitam a descrição e contextualização dos conteúdos, podendo aproximar os estudantes das questões ambientais presentes em seu cotidiano. Dessa forma, ao tratar de problemas como a reciclagem, a poluição ou a preservação dos ecossistemas, os jogos digitais podem estimular reflexões e incentivar práticas mais



O *Wordwall* é uma plataforma *on-line* que permite a criação de jogos digitais com diferentes elementos de jogo alteráveis pelo criador, tornando-se um recurso pedagógico valioso para o ensino de conteúdos como os de Educação Ambiental. Essa proposta encontra fundamentação nas ideias do Construcionismo de Papert (2008), que enfatiza a aprendizagem baseada na elaboração de produtos concretos com o uso de tecnologias digitais como o computador. Recursos como os jogos digitais não apenas aumentam o engajamento discente, mas também contribuem para contextualizar conteúdos científicos, aproximando-os da realidade dos estudantes. Ao articular o *Wordwall* à Tecnodocência, é possível integrar de forma efetiva a docência e as tecnologias digitais, tornando ambos componentes centrais e inseparáveis do processo de aprendizagem (Lima; Loureiro, 2019).

De acordo com Lima e Loureiro (2016), os MADEs configuram-se como recursos voltados ao ensino, cuja elaboração pode ser realizada por educadores ou estudantes, seja de forma autônoma ou em grupo, com o apoio de diferentes tecnologias digitais, conectadas ou não à rede. A construção desses materiais demanda um processo estruturado, que abrange momentos de planejamento, criação, execução, reflexão e avaliação.

Neste cenário, a Educação Ambiental configura-se como uma área de ensino voltada à compreensão das interações entre os seres humanos e o meio ambiente, buscando promover práticas sustentáveis e o desenvolvimento de consciência ecológica.



Assim como na Biologia, onde os organismos e suas estruturas são organizados em diferentes níveis de complexidade (Gomes *et al.*, 2014), os conteúdos de Educação Ambiental podem ser estruturados de modo a apresentar conceitos fundamentais, como o de Reciclagem, dentro de uma sequência pedagógica que favoreça a compreensão gradual e significativa pelos estudantes.

A Reciclagem, nesse contexto, pode ser entendida como “um processo pelo qual passa um mesmo material já utilizado para fazer o mesmo produto ou um produto equivalente” (Palhaci *et al.*, 2014, p. 553). Tal conceito evidencia a importância de compreender o ciclo de vida dos materiais e o impacto do consumo humano no meio ambiente. Complementando essa ideia, Frosio (2013, p. 12) explica que a Reciclagem “[...] consiste na retomada de um determinado produto, possibilitando que um produto já consumido volte ao seu estado inicial, o da matéria-prima”, destacando a potencialidade de transformação e reuso de recursos como estratégia educativa e ambiental.

A abstração dos conceitos ambientais, assim como ocorre em Biologia de maneira geral, requer estratégias pedagógicas que aproximem as ideias da realidade cotidiana dos estudantes, tornando-as mais concretas e significativas (Almeida; Lorencini Júnior, 2018).

Dessa forma, ao integrar a Educação Ambiental ao currículo escolar, o ensino de conceitos como a Reciclagem não se limita à memorização de definições, mas se amplia para o desenvolvimento de atitudes conscientes, habilidades de análise crítica e compreensão do impacto das ações humanas no ambiente, promovendo aprendizagens que interligam ciência, cidadania e sustentabilidade.

METODOLOGIA

Esta pesquisa possui caráter qualitativo, uma vez que possibilita uma interação direta entre pesquisador, participantes e objetivos, resultando em dados descritivos que permitem compreender em profundidade as etapas do processo investigativo e aprimorar a análise dos resultados, abordando dimensões que não podem ser reduzidas a números (Minayo, 2016).

O estudo foi estruturado em três etapas: planejamento, coleta e análise de dados. Na fase de planejamento, definiram-se a metodologia, o público participante e a elaboração da Sequência Didática (SD). A coleta de dados foi organizada em três fases:



inicial, intermediária e final. Na fase inicial, aplicou-se o Questionário Inicial (QI), composto por uma questão relacionada à definição de Reciclagem. Na intermediária, executou-se a SD, distribuída em oito intervenções pedagógicas fundamentadas na Tecnodocência, que envolveram a produção de MADEs do tipo jogo digital, relacionados ao conteúdo de Educação Ambiental. Na fase final, aplicou-se o Questionário Final (QF), com a questão sobre o conceito de Reciclagem semelhante ao QI.

A pesquisa foi realizada no primeiro semestre de 2024, contando com a participação de 18 estudantes do 2º ano do Ensino Médio, com idades entre 16 e 17 anos, de uma escola pública situada em Fortaleza, Ceará. Para a etapa de análise, adotou-se a triangulação metodológica proposta por Stake (2010), que consistiu em relacionar as respostas dos estudantes com o arcabouço teórico, possibilitando a identificação de aproximações e divergências conceituais. As transformações na compreensão acerca da Reciclagem foram avaliadas segundo os parâmetros de Lima e Loureiro (2024), que organizaram duas categorias principais: “Acerto” (A) e “Erro” (E). A primeira se desdobra em três subtipos: “Acerto por exemplo” (A1), “Acerto parcial” (A2) e “Acerto pleno” (A3); enquanto a segunda inclui “Erro incipiente” (E1), “Erro inadequado” (E2) e “Troca conceitual” (E3).

A análise da aprendizagem foi conduzida a partir da comparação entre os resultados obtidos nos instrumentos QI e QF, o que originou três classificações: superação da aprendizagem, estagnação da aprendizagem e finalização da aprendizagem (Lima; Loureiro, 2024). O processo de aprendizagem corresponde a uma construção em movimento, marcada por avanços, aprofundamentos e eventuais retrocessos. A estagnação da aprendizagem indica ausência de evolução ou mesmo regressão, ainda que após a produção dos MADEs. Já a finalização da aprendizagem diz respeito aos casos em que o estudante já apresentava domínio completo (A3) antes da intervenção, mantendo esse nível de desempenho ao término da experiência.

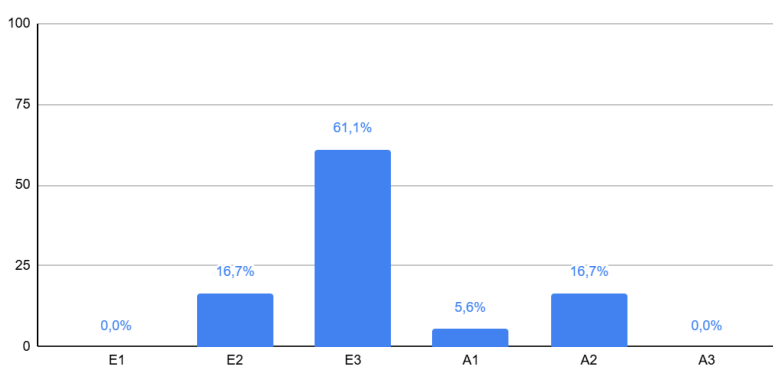
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para analisar as respostas dos estudantes no QI e QF, foi utilizada a seguinte questão que buscava identificar a compreensão conceitual acerca da definição de Reciclagem: “O que é reciclagem no contexto da Educação Ambiental?”. No QI, os resultados demonstraram uma predominância de erros por troca conceitual E3 (61,1%),



seguido pelos erros inadequados E2 (16,7%) e acertos parciais A2 (16,7%). Em menor proporção, aparecem as categorias de acerto parcial baseado em exemplo A1 (5,6%), enquanto as respostas classificadas como erros incipientes E1 e acertos completos A3 não foram registrados (0,0%). Esses dados, representados no Gráfico 1, evidenciam que, embora parte dos estudantes tenha apresentado respostas parcialmente adequadas, a maioria ainda se encontra em um patamar intermediário de compreensão, revelando limitações na formulação de explicações mais completas e consistentes. Ao comparar as respostas do QI e do QF acerca do conceito de Reciclagem, observam-se mudanças significativas na distribuição das categorias de resposta.

Gráfico 1 - Respostas dos estudantes ao Questionário Inicial



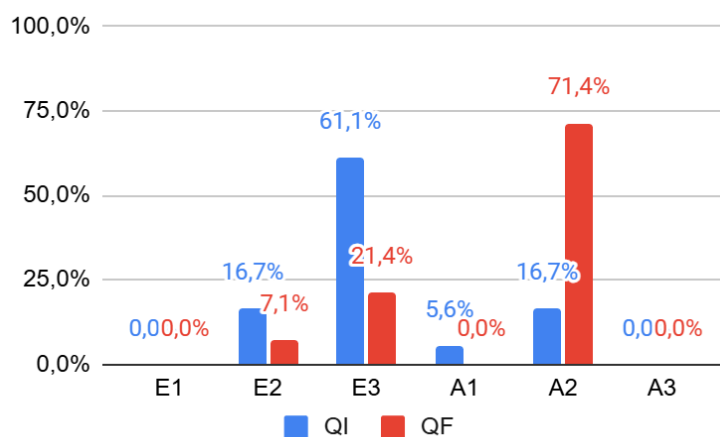
Fonte: autoral (2025)

No QF, entretanto, nota-se a redução de erros por troca conceitual (E3) para 21,4% e de erros inadequados (E2) para 7,1%, ao mesmo tempo em que houve um crescimento expressivo da categoria de acertos parciais A2, que alcançou 71,4%. As categorias E1 e A3 não foram registradas em nenhum dos dois instrumentos. Esses resultados, apresentados no Gráfico 2, indicam um avanço considerável no nível de compreensão dos estudantes, revelando que o processo formativo contribuiu para a superação de concepções equivocadas e para a construção de respostas mais adequadas.

Em relação à classificação da aprendizagem, observa-se que 57,1% dos estudantes entraram em processo de aprendizagem, destes 50,0% foram enquadrados no Processo de Aprendizagem com Superação (PAS), evidenciando avanços significativos na reformulação de concepções equivocadas sobre Reciclagem e 7,1% foram classificados no Processo de Aprendizagem com Retrocesso (PAR).



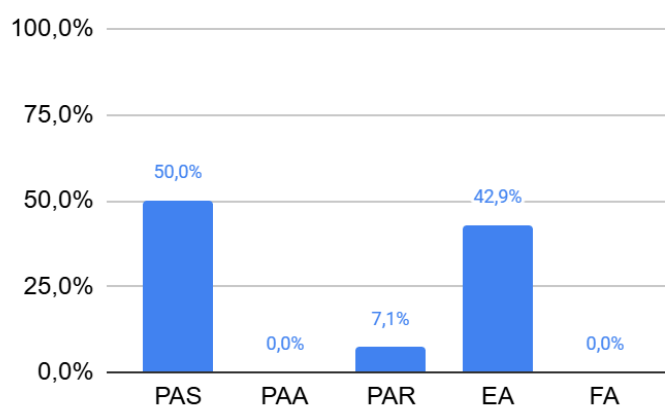
Gráfico 2 - Comparação entre respostas no QI e no QF



Fonte: autoral (2025)

Já 42,9% permaneceram na Estagnação da Aprendizagem (EA), o que indica certa dificuldade em romper o equilíbrio inicial para alcançar novas compreensões, sejam elas acertos ou erros. Não foram registradas ocorrências nos Processos de Aprendizagem com Aprofundamento (PAA) nem na Finalização da Aprendizagem (FA) (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Classificação da aprendizagem dos estudantes após a produção dos MADEs



Fonte: autoral (2025)

Sendo assim, a análise dos resultados evidencia que a proposta contribuiu para avanços significativos na aprendizagem, especialmente pela predominância do Processo de Aprendizagem com Superação (PAS), indicando que a produção de jogos digitais favoreceu a reorganização conceitual dos estudantes sobre o conceito de Reciclagem.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos avanços observados, é importante destacar que alguns estudantes mantiveram dificuldades, seja por limitações na internalização dos conceitos, seja pela reprodução mecânica de ideias, o que reforça a necessidade de intervenções pedagógicas contínuas e diversificadas.

Assim, a experiência evidencia o potencial metodológico dos MADEs como estratégia para o ensino de Ciências, com aplicabilidade em diferentes conteúdos e contextos da Educação Básica. A abordagem tecnodocente adotada rompe com práticas expositivas tradicionais e mostrou-se capaz de tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, interativo e conectado às demandas atuais. Perspectivas futuras incluem a aplicação dessa proposta em outros conteúdos e turmas, ampliando o alcance e aprofundando as contribuições destes jogos digitais autorais para a formação científica e tecnológica destes estudantes.



REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H. A.; LORENCINI JÚNIOR, A. As concepções de um professor de Biologia quanto ao uso de analogias na prática docente. **ACTIO**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 173-194, mai./ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/8085/5285>. Acesso em: 11 jul. 2025.

BENEDETTI FILHO, E.; CAVAGIS, A. D. M.; BENEDETTI, L. P. dos S. Um jogo didático para revisão de conceitos químicos e normas de segurança em laboratórios de química. **Química Nova na Escola**. São Paulo-SP, BR, v. 42, n. 1, p. 37-44, 2020.

BORGES, D. M. N. **Análise da Aprendizagem de estudantes do Ensino Médio sobre conteúdos conceituais de Educação Ambiental por meio da produção de livros-jogos**. 2025. 115 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025.

FROSIO, M. C. R. **Reciclar renovando a vida ao meio ambiente**. 2013. 36 f. Monografia de Especialização em Ensino de Ciências - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22037/3/MD_ENSCIE_III_2012_49.pdf. Acesso em: 05 jul. 2025.

GOMES, L. B.; BOLZE, S. D. A.; BUENO, R. K.; CREPALDI, M. A. As origens do pensamento sistêmico: das partes para o todo. **Pensando famílias**, v. 18, n. 2, p. 3-16, 2014. Disponível em: pepsic.bvsalud.org/pdf/penf/v18n2/v18n2a02.pdf. Acesso em: 26 jul. 2025.

JESUINO, F. L. A.; LIMA, L. de. Análise da produção de livros-jogos digitais na perspectiva da gamificação. ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS (ENALIC), 2023, Lajeado. **Anais** [...]. Campina Grande: Realize Editora, 2023. p. 1-12. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/102800>. Acesso em 26 jul. 2025.

JESUINO, F. L. A.; LIMA, L. de; RODRIGUES, R. de C. L. B. A influência da sequência didática tecnodocente na aprendizagem de conceitos biológicos presentes em questão do ENEM. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v.18, n.7, p. 01-25, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/revconv.18n.7-235>. Acesso em 06 jul. 2025.

LIMA, L. de.; LOUREIRO, R. C. Integração entre Docência e Tecnologia Digital: o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais em contexto interdisciplinar. **Revista Tecnologias na Educação**, v.17, n.8, p.1-11, 2016. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1rLXIX5TUhMP0JFoF-9HDq1ZN9F3H61U-/view>. Acesso em: 16 ago 2025.

LIMA, L. de.; LOUREIRO, R. C. **Tecnodocência: concepções teóricas**. Fortaleza: Edições UFC, 2019.

LIMA, L. de.; LOUREIRO, R. C. Avaliação de proposta de Sequência Didática pautada na Tecnodocência aplicada na Educação Básica. **Lium concilium**. 2024. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1Wrs2smN1A48HlaZdsj0amORsVYEx5_Yy/view?usp=drive_link. Acesso em 16 ago. 2025.

MACIEL, C. R. M.; PINHEIRO, A. L.; LIMA, L. de; SANTOS, C. C. dos; MENEZES, D. B. O uso do Material Autoral Digital Educacional na formação inicial do professor sob a perspectiva



da Tecnodocência. **Revista Ensino e Pesquisa.** Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/ensinoepesquisa/article/view/9360>. Acesso em 06 jul. 2025.

MINAYO, M. Ce. de S. (org.). **Pesquisa Social:** Teoria, método e criatividade. Petrópolis: Vozes, 2016.

OLIVEIRA, F. de L. **Cells at work!:** uma potencial ferramenta metodológica baseada em anime para o ensino de componentes sanguíneos. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025.

PALHACI, M. do C. J. P.; PALHACI, T. P.; HELLMEISTER, L. A. V.; NICOLA, R. A. Importância da arte como meio de reciclagem e como formação de um novo pensamento ambiental. In: **Anais do V world congress on communication and arts**, 2012, Guimarães. Portugal: Repositório Institucional UNESP. p. 553-557. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/a6ae0140-4d1d-4ee8-9183-acb561b2c78c/content>. Acesso em: 05 jul. 2025.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças:** repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

SILVEIRA, K. L. **Combustíveis como tema gerador para abordar química orgânica no ensino médio.** 2025. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Química em Rede Nacional) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2025.

STAKE, R. **Investigación com estudio de casos.** Madrid: Morata, 2010.

