

DOI: 10.46943/XI.CONEDU.2025.GT14.002

ANÁLISE DA APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE LIXO COM A CRIAÇÃO DE JOGOS AUTORAIS DIGITAIS NO ENSINO MÉDIO

Luciana de Lima¹

Francisco Leonardo Araújo Jesuino²

RESUMO

Estudantes da Educação Básica, geralmente, confundem o conceito de Lixo com outros termos relacionados ao descarte de materiais, dentre eles o de resíduo, rejeito e entulho. O objetivo é analisar a aprendizagem de estudantes da Educação Básica sobre a compreensão do conceito de Lixo ao desenvolverem jogos autorais digitais na plataforma Wordwall. Com base nos pressupostos teóricos da Tecnodocência, em que os estudantes, de maneira protagonista e autônoma, desenvolvem seus Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADE) no formato de jogo digital, aplica-se uma Sequência Didática tecnodocente pautada em 8 intervenções que contempla as 5 etapas de desenvolvimento de MADE: criação, planejamento, execução, reflexão e avaliação (Lima; Loureiro, 2019). A pesquisa é qualitativa, com base no *Design Based Research* (DBR) diante das etapas: Focar, Compreender, Conceber, Aplicar, Avaliar e Redesenhar (Guisasola *et al.*, 2017). Com fomento da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap), a aplicação ocorre com 22 estudantes do 2º ano do Ensino Médio de escola pública em

1 Doutora pelo Curso de Educação da Universidade Federal do Ceará - UFC, luciana@virtual.ufc.br;

2 Graduado pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Ceará - UFC, franco23111@gmail.com.

Fortaleza/CE. A análise de dados se pauta em uma adaptação da Análise Textual Discursiva (Moraes; Galiuzzi, 2006) com a utilização de duas categorias *a priori*: acertos e erros, e posterior classificação da aprendizagem em superação, aprofundamento, retrocesso, oscilação, estagnação e finalização, diante da comparação dos resultados obtidos com a aplicação dos Questionários Inicial (QI) e Final (QF). Constatou-se que os estudantes, ao desenvolverem jogos autorais digitais sobre Lixo, obtiveram mais aprofundamentos ao apresentarem as definições sobre o conteúdo e mais superações ao identificarem seus diferentes tipos em contexto aplicado. No entanto, algumas estagnações se fizeram presentes, sobretudo, na relação entre Lixo e Resíduo, e na compreensão de que pode prejudicar o ambiente. Pretende-se aprimorar a proposta da SD para minimizar as estagnações, dando continuidade à investigação em outros contextos que permitam a generalização dos dados.

Palavras-chave: Tecnodocência, Wordwall, Sequência Didática, Protagonismo, Autoral.

INTRODUÇÃO

O conceito de Lixo é trabalhado na escola dentro da área de Educação Ambiental nas aulas de Biologia ou de Geografia. Segundo Layrargues e Torres (2022), esse conteúdo é estudado de forma reducionista e pragmática com estímulo à responsabilização individual e engajamento voltado mais para a Reciclagem do que para a compreensão do Resíduo Sólido e do Lixo descartado pela população. Sendo assim, Marques (2023) destaca que é comum os estudantes compreenderem o conceito de Lixo voltado para o senso comum, confundindo-o, muitas vezes, com os conceitos de Resíduo, Rejeito e Entulho.

Gesualdi (2025) constata que o desenvolvimento de práticas docentes voltadas para a experimentação científica promove uma aprendizagem mais significativa sobre a compreensão do Lixo e de seu impacto ambiental, sobretudo na diferenciação dos conceitos de Lixo e de Reciclagem. Santana e Nascimento (2011) percebem que a utilização de jogos na educação pode ser uma maneira profícua de engajar os estudantes e possibilitar essa experimentação científica. Salen e Zimmerman (2012) definem jogo como um sistema aberto ou fechado para que os participantes se envolvam em um conflito artificial, diante de regras a fim de alcançar um resultado quantificável e um objetivo previamente definido.

A proposta se torna mais desafiadora, e, portanto, contribuindo com maior significado na aprendizagem dos estudantes quando desenvolvem seus próprios jogos denominados Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs) a partir de ações interativas e iterativas envolvendo a criação, o planejamento, o desenvolvimento, a reflexão e a avaliação do material produzido. Jesuino (2024), ao promover uma ação docente na autoria de livros-jogos por estudantes do 2º ano do Ensino Médio sobre o conteúdo de Células constatou que houve superações significativas na aprendizagem. Borges (2025), ao desenvolver uma prática docente pautada na criação de livros-jogos por estudantes do 1º ano do Ensino Médio sobre o conteúdo de Educação Ambiental envolvendo os conceitos de Sustentabilidade,

Lixão, Aterro Sanitário, Reciclagem e Resíduo, constatou que os estudantes tiveram maior engajamento, superando obstáculos epistemológicos relevantes, com diferenciamento dos conceitos abordados entre si.

No entanto, pouco se conhece sobre a aprendizagem dos estudantes em contexto de autoria de jogos digitais fazendo uso de plataformas com definições prévias de jogos, aumentando a possibilidade de aprofundamento conceitual sobre os conteúdos abordados, como o caso do Wordwall. Essa plataforma (wordwall.net) apresenta modelos de jogos que podem ser desenvolvidos por estudantes de maneira autoral, utilizando um acesso comum a todos de um grupo de trabalho para que criem, desenvolvam e testem os jogos elaborados.

Diante do exposto, contempla-se a seguinte pergunta de pesquisa: de que forma a aplicação de uma proposta de Sequência Didática (SD) pautada nos pressupostos teóricos da Tecnodocência a partir do desenvolvimento de jogos digitais autorais no Wordwall influencia no processo de aprendizagem do conceito de Lixo por estudantes do Ensino Médio?

Considerando-se que SD é um conjunto de fatos e símbolos que apresentam características comuns com aplicação docente (Zabala, 2014) e que Tecnodocência é definida como a integração entre docência e TDICs fazendo uso dos conhecimentos prévios do aprendiz em uma estrutura tramada de ensino, aprendizagem e avaliação (Lima; Loureiro, 2019), o objetivo deste trabalho é analisar a aprendizagem de estudantes da Educação Básica sobre a compreensão do conceito de Lixo ao desenvolverem jogos autorais digitais na plataforma Wordwall.

A pesquisa se caracteriza como qualitativa de intervenção pautada nos procedimentos do Design Based Research (DBR). Subdivide-se em seis etapas: Focar, Compreender, Conceber, Aplicar, Avaliar e Redesenhar. Em Conceber, é desenvolvida uma Sequência Didática com oito intervenções. É aplicada com 22 estudantes de escola pública de Ensino Médio e participação de três docentes de forma interdisciplinar das áreas de Física e Biologia. Em Avaliar, a análise de dados é desenvolvida a partir de duas categorias: acerto e erro e posterior classificação da aprendizagem dos

estudantes em seis tipos: superação, aprofundamento, retrocesso, oscilação, compondo o Processo de Aprendizagem; além de estagnação e finalização. As etapas de descrição, interpretação e argumentação são amparadas pela Análise Textual Discursiva.

A proposta da SD tecnodocente proporcionou aos estudantes reflexões relevantes sobre o conceito de Lixo e sua identificação em contexto aplicado. A maioria da turma entrou em Processo de Aprendizagem, com ênfase nos Aprofundamentos conceituais e nas Superações na identificação do conceito em contextos aplicados. Houve poucos Retrocessos e Estagnações.

Apesar da limitação do número de participantes, impossibilitando a generalização dos dados, a pesquisa contribuiu favoravelmente para um avanço na compreensão de que metodologias inovadoras de ensino possibilitam que os estudantes se mobilizem para aprender, sobretudo, quando atuam de maneira autoral na criação de jogos digitais.

O ENSINO DOS CONCEITOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIXO

Os diálogos sobre Meio Ambiente estão no centro de discussões mundiais vinculadas, sobretudo, à emergente crise climática. Diferentes conceitos perpassam pelos diálogos acerca da problemática, com percepções prementes no cotidiano dos cidadãos, dentre eles a Gestão, a coleta de Resíduos Sólidos e o Lixo (Beltrami; Lhamby, 2013).

Cinqueti (2004) traz a definição de Lixo evidenciando a diferença em relação ao conceito de Resíduo, ao considerar que ambos são o que resta de atividades humanas. Todavia, o Resíduo é reciclável ao qual são associados valores sociais e ambientais. O Lixo, por sua vez, deve ser descartado e não possui valores consideráveis associados.

Mucelin e Bellini (2008, p. 13) caracterizam Lixo como “aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua e se joga fora; entulho. Tudo o que não presta e se joga fora. Sujidade, sujeira, imundície. Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor”. Beltrami e Lhamby (2013), porém, deixam

subentendido que Lixo e Resíduo são sinônimos, e ratifica as definições já mencionadas indicando que Lixo consiste em ser qualquer material sem valor e fruto de atividade humana.

Dessa forma, trabalhar o conceito de Lixo dentro do contexto da Educação Ambiental se faz necessário e urgente. Barboza e Santos (2021) apresentam uma proposta docente que integra o uso de tecnologias digitais com questões ambientais, destacando os conceitos de Coleta Seletiva e Lixo, além de Reciclagem. Os autores desenvolveram um protótipo de jogo digital composto por três telas principais: menu inicial, tela de jogo e tela final. No jogo, o estudante controla um personagem que deve coletar resíduos de acordo com a cor que representa um tipo específico de material reciclável, promovendo aprendizagem sobre a separação correta de resíduos considerados Lixo ou não, dentro da Coleta Seletiva. O sistema do jogo utiliza elementos gráficos e físicos, como sombras coloridas para identificação dos materiais e efeitos de vento para dificultar a coleta, tornando a experiência mais desafiadora e envolvente.

Embora a produção de jogos digitais voltados para Educação Ambiental tenha boa aceitação, observa-se que a maioria dessas iniciativas permanece centrada na atuação de professores ou, em escopo mais amplo, dos profissionais da área de tecnologia, restringindo o papel dos estudantes à condição de simples usuários. Tal abordagem limita o potencial formativo desses recursos, uma vez que a construção autoral por parte dos alunos pode favorecer uma aprendizagem mais significativa e engajada.

Sendo assim, ao se pensar no desenvolvimento autoral dos estudantes para o uso das tecnologias digitais na elaboração de jogos que possibilitem o aprofundamento do conceito de Lixo, utiliza-se a proposta da Tecnodocência para que, por meio da elaboração de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs) os estudantes trabalhem como protagonistas do processo de aprendizagem e aprendam de maneira mais significativa conceitos de Educação Ambiental. Dentro do Princípio 8 da Tecnodocência em que o aprendiz é considerado desenvolvedor de produtos, processos

e conhecimentos, os estudantes elaboram seus MADEs a partir de um ciclo interativo e iterativo de 5 etapas: criação, planejamento, desenvolvimento, reflexão e avaliação (Lima; Loureiro, 2019).

Nesse sentido, Borges (2025) enfatiza a atuação dos estudantes em contexto tecnodocente, ou seja, a partir do uso do *software Twine* neste caso, com a construção de MADEs de acordo com o conteúdo Educação Ambiental e seus conceitos relacionados. Todavia, os resultados obtidos ainda carecem de robustez para permitir inferências generalizáveis. Nesse sentido, torna-se necessário ampliar as investigações que considerem a autoria discente como elemento central na construção de conhecimentos em Educação Ambiental.

METODOLOGIA

A presente pesquisa se caracteriza como qualitativa de intervenção, pautando-se em procedimentos e métodos do *Design Based Research* (DBR) (Pesquisa Baseada em *Design*). Essa escolha se pauta na necessidade de uma interlocução entre o que se realiza em sala de aula diante de uma proposta diferenciada de docência e suas consequências na aprendizagem dos estudantes.

A DBR se subdivide em seis etapas: Focar, Compreender, Conceber, Aplicar, Avaliar e Redesenhar (Guisasola *et al.*, 2017). Na primeira etapa, definem-se os conteúdos sobre Lixo, Tecnodocência, jogo digital e a plataforma Wordwall. Na segunda etapa, são realizadas análises epistemológicas e ontológicas sobre os conceitos elencados, com ênfase no estudo histórico e nas dificuldades intrínsecas de aprendizagem desses conteúdos com base em pesquisas científicas contemporâneas e em suas definições a partir da utilização de teóricos academicamente consolidados.

Na terceira etapa, a SD é desenvolvida a partir da definição de 8 intervenções: aplicação do questionário inicial, experimentação, concepção, roteirização, desenvolvimento e testagem, avaliação, socialização e autoavaliação, aplicação do questionário final.

Na primeira intervenção, são coletados os conhecimentos prévios dos estudantes, individualmente, a respeito dos conteúdos sobre Lixo em termos de definição e de identificação em contextos aplicados (Quadro 1). Na segunda intervenção, os estudantes utilizam, por meio de experimentação, um jogo digital desenvolvido no Wordwall com o conceito de Lixo investigado no QI.

Quadro 1 – Questões sobre Lixo aplicadas no QI e no QF

QI	QF
27. O que é Lixo dentro do contexto da Educação Ambiental?	13. O que é Lixo dentro do contexto da Educação Ambiental?
28. Quais dos elementos abaixo representam Lixo? Marque quantas opções achar correta(s). a. Doméstico - casca de fruta, resto de comida, dejetos. b. Papel c. Hospitalar d. Sucata e. Metal radioativo	14. Quais dos elementos abaixo representam Lixo? Marque quantas opções achar correta(s). a. Casca de ovo b. Papelão c. Seringas e máscaras d. Lataria de carro e. Pilha
Opções corretas: c, e	Opção correta: c

Fonte: própria (2025).

Nas terceira e quarta intervenções, os estudantes subdivididos em grupos, desenvolvem as ideias iniciais a serem inseridas no jogo digital por meio de pesquisas em livros didáticos e na internet sobre o conceito de Lixo, além da elaboração das perguntas e das respostas inseridas no jogo preenchendo o Roteiro do MADE.

Na quinta, todas as questões elaboradas com suas respectivas respostas são inseridas no Wordwall para que, em seguida, sejam testadas pelos próprios integrantes do grupo a fim de averiguar inconsistências ou erros conceituais. O jogo digital é publicado na internet com armazenamento em *link* definido. Na sexta, o jogo digital é testado pelos outros grupos que contribuem com sugestões a respeito do conteúdo sobre Lixo utilizado. Após um torneio com revezamento dos jogos entre grupos, as sugestões acatadas são inseridas nos respectivos jogos digitais.

Na sétima, os conteúdos conceituais são generalizados a partir de um diálogo estabelecido entre professor e grupos de estudantes para que sejam internalizados com esclarecimento de dúvidas, além do compartilhamento de informações úteis de como vivenciaram o processo de aprendizagem. Na oitava, os estudantes respondem ao questionário final (QF), semelhante ao QI para a captação dos conhecimentos *a posteriori* sobre Lixo, individualmente, a fim de serem comparados aos resultados obtidos no QI (Quadro 1).

Na quarta etapa, a SD é aplicada com 22 estudantes de escola pública de Ensino Médio (Tempo Integral), em Fortaleza, Ceará, participantes da disciplina eletiva Criação de Jogos Digitais, ofertada entre os meses de agosto e dezembro de 2024. Na ocasião, vivenciaram uma experiência interdisciplinar com a participação de três docentes das áreas de Física e Biologia. Na quinta etapa, ocorre a análise de dados por meio da utilização de uma adaptação da Análise Textual Discursiva (Moraes; Galiuzzi, 2006) a partir da comparação dos resultados apresentados no QI e no QF.

Inicialmente, são definidas duas categorias: **acerto e erro**, com base nas prerrogativas analíticas de Lima e Loureiro (2024). No caso da análise de definições conceituais com utilização de questões abertas, a categoria acerto (A) diz respeito à adequação parcial ou completa da definição apresentada pelos estudantes em comparação à definição apresentada na fundamentação teórica. Sendo assim, são utilizadas quatro subcategorias: acerto parcial pautado em exemplo (A1X), acerto parcial (A1) quando os estudantes trazem elementos que compõem a definição do conceito adequadamente, mas de forma incompleta; acerto completo pautado em exemplo (A2X) e acerto completo (A2) quando os estudantes contemplam em suas definições todos os elementos necessários à composição da definição do conceito avaliado.

A categoria erro (E) diz respeito à não adequação da definição apresentada pelos estudantes em comparação à definição apresentada na fundamentação teórica. Sendo assim, são utilizadas três subcategorias: incipiente (E1) quando os estudantes afirmam não saber a definição ou

copiam a definição de outras fontes de informação; inadequado (E2) quando os estudantes definem o conceito de forma não condizente com as definições apresentadas na fundamentação teórica; troca conceitual (E3) quando os estudantes trocam a definição de um conceito pela definição de outro conceito similar (Quadro 2).

Quadro 2 – Categorias e Subcategorias de Análise de definições em questões abertas

Conteúdo Conceitual			
Acerto	Significado	Erro	Significado
A2	Completo	E3	Troca Conceitual
A2X	Completo pautado em exemplo	E2	Inadequado
A1	Parcial	E1	Não sabe ou Cópia (Incipiente)
A1X	Parcial pautado em exemplo		

Fonte: adaptado de Lima e Loureiro (2024).

No caso da análise da identificação conceitual em contextos aplicados, em questões fechadas de múltipla escolha com mais de uma opção correta, utiliza-se uma categorização semelhante à utilizada na definição (Quadro 3).

Quadro 3 – Categorias e Subcategorias de Análise da identificação de conceitos em questões fechadas com mais de uma opção correta

Categoria	Subcategoria	Título	Significado
A	A3	Acerto completo	Escolha de todas as opções totalmente corretas, de nenhuma parcialmente correta e de nenhuma incorreta
	A2	Acerto parcial 2	Escolha de algumas opções totalmente corretas, todas ou algumas parcialmente corretas e de nenhuma incorreta
	A1	Acerto parcial 1	Escolha de todas ou algumas opções parcialmente corretas, de nenhuma opção totalmente correta e de nenhuma incorreta

Categoria	Subcategoria	Título	Significado
AE	AE3	Acerto e Erro parcial 3	Escolha de algumas opções total ou parcialmente corretas, de algumas opções incorretas que representam troca conceitual e de nenhuma opção incorreta que representa inadequação conceitual
	AE2	Acerto e Erro parcial 2	Escolha de algumas opções total ou parcialmente corretas, de algumas opções incorretas que representam troca conceitual e de algumas incorretas que representam inadequação conceitual
	AE1	Acerto e Erro parcial 1	Escolha de algumas opções total ou parcialmente corretas, de algumas opções incorretas que representam inadequação conceitual e de nenhuma incorreta que representa troca conceitual
E	E3	Troca conceitual	Escolha de nenhuma opção correta e de algumas ou todas as opções incorretas que representam apenas troca conceitual
	E23	Troca e Inadequado	Escolha de nenhuma opção correta, de algumas opções incorretas que representam troca conceitual e de algumas opções incorretas que representam inadequação conceitual
	E2	Inadequado	Escolha de nenhuma opção correta e de algumas ou todas as opções incorretas que representam apenas inadequação
	E1	Incipiente	Escolha da opção “Não sei”, caso exista, ou deixam em branco ou da comprovação de cópia de outros colegas ou de outras fontes de informação

Fonte: Jesuino, Lima e Rodrigues (2025).

Ressalta-se que a categorização é hierárquica, de tal forma que aqueles que estão na subcategoria A3 apresentam um conhecimento mais elaborado do que aqueles que estão nas subcategorias A2, A2X, A1, A1X, AE3, AE2, AE1, E3, E23, E2 ou E1 (Quadros 2 e 3).

As respostas dos estudantes aos QI e QF são categorizadas individualmente e comparadas, posteriormente, para a classificação da

aprendizagem em 6 tipos: (1) Superação, (2) Aprofundamento, (3) Retrocesso e (4) Oscilação, caracterizando que os estudantes entraram em Processo de Aprendizagem, e, portanto, houve desequilibrações em relação aos conhecimentos disponíveis em suas estruturas cognitivas; (5) Estagnação, caracterizando que os estudantes não sofreram impactos em seus conhecimentos quando submetidos às propostas da SD; e, (6) Finalização, indicando que os estudantes iniciaram o processo com conhecimentos consolidados, não sofrendo alteração quando submetidos às propostas da SD.

As fases de descrição, interpretação e argumentação, fazem uso direto da ATD seguindo as prerrogativas de Moraes e Galiuzzi (2006), diante da apresentação de textos desenvolvidos pelos estudantes, da comparação desses textos com a fundamentação teórica e da construção de inferências que justificam o fenômeno da aprendizagem dos estudantes em relação aos conteúdos conceituais de Lixo. A sexta etapa, apresenta sugestões de redesenho da SD pautadas nos resultados de aprendizagem, sobretudo, para os casos em que houve Estagnação dos estudantes em relação aos conteúdos conceituais estudados.

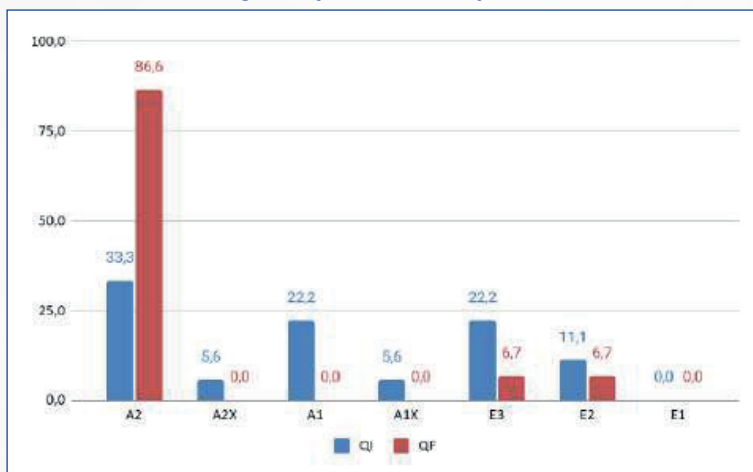
A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética sob o parecer consubstanciado no. 6.763.693. São inseridos nos resultados somente os dados dos estudantes que assentiram participar da pesquisa e que tiveram consentimento de seus responsáveis devidamente assinados em documentos específicos para essa finalidade. Para garantir o anonimato dos estudantes, utilizam-se os códigos S1 a S22.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à definição de Lixo, inicialmente, no QI, os estudantes demonstraram apresentar um conhecimento relativamente adequado em relação à fundamentação teórica adotada com 27,8% definindo Lixo de forma parcialmente correta (5,6% por meio de exemplos e 22,2% por meio de abstrações) e 38,9% definindo-o de forma totalmente cor-

reta (5,6% por meio de exemplos e 33,3% por meio de abstrações). Um total de 33,3% se caracterizou na categoria erro, com 22,2% em troca conceitual e 11,1% em inadequação. Nenhum estudante respondeu não saber definir Lixo (Gráfico 1). Esse aspecto demonstra que a maioria dos estudantes tinha um conhecimento prévio próximo ao apresentado por Cinquetti (2004), Mucelin e Bellini (2008).

Gráfico 1 - Categorização da Definição de Lixo - QI e QF



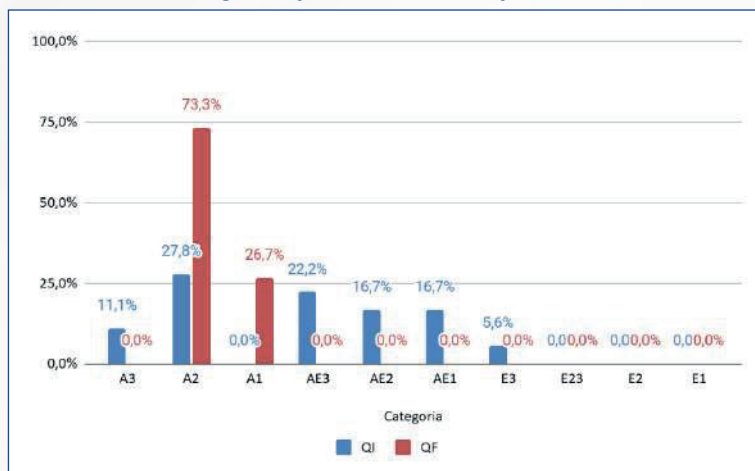
Fonte: própria (2025).

Posteriormente, no QF, percebeu-se um salto quantitativo expressivo em relação à definição de Lixo, de tal forma, que em acerto completo, com abstração textual, apresentaram-se um total de 86,6% de estudantes. Nenhum se encontrou em acertos parciais. No entanto, ainda se encontraram em erro conceitual um total de 13,4%, sendo 6,7% em troca conceitual e 6,7% em inadequação (Gráfico 1).

Em relação à identificação de Lixo em contextos aplicados, inicialmente, no QI, os estudantes demonstraram apresentar um conhecimento não muito adequado no reconhecimento de situações que envolvam a ideia de Lixo. Apenas 38,9% dos estudantes reconheceu que metal radioativo e lixo hospitalar se encaixam na definição. Um total de 55,6% assinalou os elementos corretos e incorretos vinculados ao Lixo, com

ênfase na escolha do lixo doméstico e do papel, não os reconhecendo como potencial de Reciclagem (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Categorização da Identificação de Lixo – QI e QF



Fonte: própria (2025).

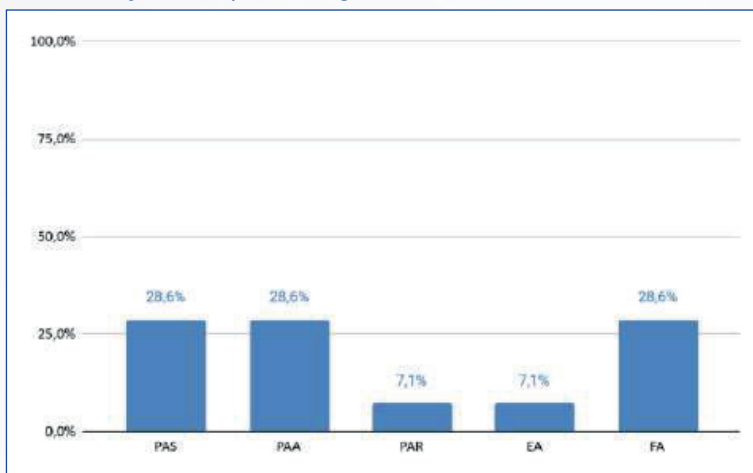
Posteriormente, no QF, percebeu-se um salto quantitativo expressivo em relação à identificação de Lixo, de tal forma, que todos os estudantes (100,0%) entraram na categoria de Acerto, embora tenham se configurado como Acerto Parcial, sendo 73,3% em A2 e 26,7% em A1, denotando que consideraram a casca de ovo, o papelão, a lataria de carro e a pilha como objetos não caracterizados como Lixo, passíveis de Reuso ou Reciclagem.

Em relação à definição de Lixo, 64,3% dos estudantes entraram em Processo de Aprendizagem. Destes, 28,6% tiveram Superação (PAS), 28,6%, Aprofundamento (PAA) e 7,1%, Retrocesso (PAR). Apenas 7,1% ficaram em Estagnação da Aprendizagem (EA) e 28,6% em Finalização (FA) (Gráfico 3).

A Superação foi marcada pela saída de compreensões inadequadas “atrapalhar o meio ambiente” (S9) para uma ideia mais voltada para a necessidade de descarte como evidenciam Mucelin e Bellini (2008) “lixo, e a causa de vários problemas como, doenças é obrigatório retirar” (S9). O Aprofundamento, por sua vez, foi marcado pela saída de acertos par-

ciais “coisas não recicladas” (S2) para acertos completos “material que não presta mais” (S2). A Estagnação ficou em função da ideia de algo que prejudica o meio ambiente para apenas um dos estudantes.

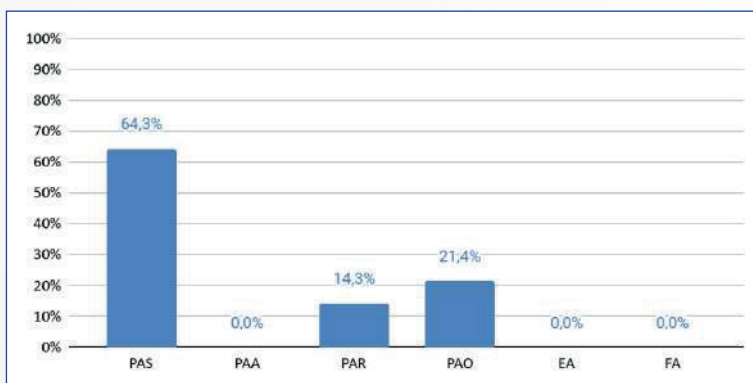
Gráfico 3 – Classificação da Aprendizagem dos estudantes sobre a definição de Lixo



Fonte: própria (2025).

Em relação à identificação de Lixo em contextos aplicados, todos os estudantes (100,0%) entraram em Processo de Aprendizagem. Destes, 64,3% apresentaram Superação (PAS), 14,3%, Retrocesso (PAR) e 21,4%, Oscilação (PAS) (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Classificação da Aprendizagem dos estudantes sobre a identificação de Lixo



Fonte: própria (2025).

A Superação foi marcada pela saída dos estudantes pela descon sideração do resíduo doméstico como Lixo, evidenciando as seringas e máscaras como um artefato descartável e não reaproveitável. O Retrocesso foi marcado pela compreensão de que o papelão continua sendo, para alguns estudantes, um exemplo de Lixo sem possibilidade de reciclagem e a Oscilação pela manutenção do resíduo doméstico como Lixo, incluindo as seringas e máscaras, até então não escolhidas com tal configuração.

É possível inferir, portanto, que a SD tecnodocente, diante do desenvolvimento autoral de jogos pelos estudantes, propiciou, tanto para a definição quanto para a identificação do conceito de Lixo, que os estudantes entrassem em Processo de Aprendizagem, em sua maioria, com mais Superações do que Retrocessos, além de poucas Estagnações.

Vale ressaltar que apenas em relação ao conceito de Lixo, os estudantes entraram em Finalização da Aprendizagem. Isso significa que 28,6% dos estudantes iniciaram a coleta com conhecimentos adequados sobre esse conceito, de acordo com a fundamentação teórica, e, mesmo passando pelo processo de construção dos jogos, não teve esse conceito abalado em sua estrutura cognitiva. Considera-se, portanto, que o conceito de Lixo, para esses estudantes, já está consolidado para o período de execução da pesquisa. O mesmo fenômeno não ocorreu em relação à identificação do conceito de Lixo em contextos aplicados. Nessa situação, nenhum estudante que iniciou o processo manteve sua compreensão inabalada até o final da aplicação da SD. Dessa forma, não se caracterizaram em Finalização da Aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se que um dos problemas para a aprendizagem do conceito de Lixo reside no fato desse conteúdo estar vinculado a conceitos similares como resíduo, rejeito e entulho, a pesquisa apresentou como objetivo “analisar a aprendizagem de estudantes da Educação Básica

sobre a compreensão do conceito de Lixo ao desenvolverem jogos autorais digitais na plataforma Wordwall”.

Constatou-se que a proposta da SD tecnodocente colocou a maioria da turma, tanto em relação ao conceito quanto à identificação de Lixo em contextos aplicados em Processo de Aprendizagem, com ênfase para os Aprofundamentos conceituais e as Superações na identificação, além de poucos Retrocessos e Estagnações. Ainda assim, vinculações entre os conceitos de Lixo e Resíduo se mantiveram para alguns estudantes, além da ideia de que Lixo pode prejudicar o ambiente.

Diante dos resultados, novos questionamentos surgiram: quais elementos da SD tecnodocente precisam ser alterados para a diminuição do número de estagnações e retrocessos?; quais diferenças nos resultados podem ser percebidas quando a SD tecnodocente for aplicada em outros contextos? Ademais, os resultados da pesquisa, diante da limitação do número de participantes, não podem ser generalizados. Dessa forma, pretende-se dar continuidade à investigação em outros contextos, ampliando-se não apenas os conteúdos biológicos abordados, como também, o número de estudantes participantes.

REFERÊNCIAS

BARBOZA, L. D.; SANTOS, D. A. dos. Proposta de jogo educativo para ensino e conscientização da coleta seletiva de lixo. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES), 2021, Online. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 721-723. Disponível em: https://doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2021.19717. Acesso em: 19 mai. 2025.

BELTRAME, T. F.; LHAMBY, A. Coleta seletiva: percepção e conhecimento sobre o tema – uma pesquisa exploratória. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 12, n. 12, p. 2674-2679, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/223613088323>. Acesso em: 19 mai. 2025.

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 (Graduação em

Ciências Biológicas Licenciatura) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025.

CINQUETTI, H. S. Lixo, resíduos sólidos e reciclagem: uma análise comparativa de recursos didáticos. **Educar**, Curitiba, n. 23, p. 307-333, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/swJJcqyhVrVWR45LJqMmSsD/?format=pdf>. Acesso em: 22 mai. 2025.

GESUALDI, P. de F. M. **A experimentação como estratégia para promover a aprendizagem significativa no Ensino Fundamental com enfoque no descarte irregular de resíduos sólidos**. 2025. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Pós-Graduação em Projetos Educacionais de Ciências, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2025.

GUISASOLA, J.; ZUZA, K.; AMETLLER, J.; GUTIERREZ-BERRAONDO, J. Evaluating and redesigning teaching learning sequences at the introductory physics level. **Physical Review Physics Education Research**, v. 13, n. 2, p. 020139-1-020139-14, 2017.

JESUINO, F. L. A. **Análise da produção de livro-jogo digital na perspectiva tecnodocente para o ensino de células no Ensino Médio**. 2024. 109 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas Licenciatura) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1onBuqj8qeWWHd8RDD7rU2dm6FzqFxb0A/view>. Acesso em: 23 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. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v. 18, n.7, p. 01-25, 2025. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/19492>. Acesso em: 24 jul. 2025.

LAYRARGUES, P. P.; TORRES, A. B. F. Por uma educação menos seletiva: reciclando conceitos em Educação Ambiental e Resíduos sólidos. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 17, n. 5, p. 33-53, 2022.

LIMA, L. de; LOUREIRO, R. C. Avaliação de Proposta de Sequência Didática pautada na Tecnodocência aplicada na Educação Básica. **Concilium**, v. 25, n. 5, 2024. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1Wrs2smN1A48HlaZdsj0a-mORsVYEx5_Yy/view. Acesso em: 05 jul. 2025.

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

MARQUES, J. da S. **Educação Ambiental para a formação consciente e transformadora no Ensino Fundamental em Porto Alegre (RS)**: estudo de caso sobre reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos no ambiente escolar. 2023. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. Análise textual discursiva: processo reconstitutivo de múltiplas faces. **Ciências & Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128. 2006.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade e Natureza**, v. 20, n. 1, p. 111-124, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/q3QftHsxztCjbWxKmGBcmSy/?format=pdf>. Acesso em: 22 mar. 2025.

SALEN, K; ZIMMERMAN, E. **Regras do jogo**: fundamentos do design de jogos. São Paulo: Blucher, 2012.

SANTANA, A.; NASCIMENTO, P. R. A história do lúdico na educação. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 6, n. 2, p. 19-36, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2011v6n2p19>. Acesso em: 13 jul. 2025.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 2014.