ISSN: 2358-8829

# GAMIFICAÇÃO E SUSTENTABILIDADE: O POTENCIAL DE APLICATIVOS DIGITAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS AMBIENTAIS NO ENSINO MÉDIO

Eduardo Gomes da Silva[1]
Ademário Amâncio da Silva [2]
Angela Maria Cavalcante da Silva [3]

## RESUMO

O avanço das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) tem provocado mudanças significativas nas práticas pedagógicas, exigindo novas estratégias para o ensino de temáticas complexas, como a sustentabilidade. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo analisar o uso de aplicativos digitais com elementos de gamificação como estratégia pedagógica para o ensino da sustentabilidade no Ensino Médio, em consonância com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular e com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente as ODS 4, 12 e 13. A pesquisa, de abordagem qualitativa, fundamentou-se na Design-Based Research e foi desenvolvida com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Vertente do Lério, Pernambuco. A intervenção pedagógica ocorreu durante aulas de Biologia, com a utilização das plataformas Kahoot! e Quizizz, visando promover o engajamento, a participação e a aprendizagem significativa dos estudantes. Os dados foram coletados por meio de observação direta, registros de desempenho nos aplicativos e análise do envolvimento discente ao longo das atividades. Os resultados indicaram aumento do engajamento, maior participação dos estudantes e avanços na compreensão conceitual sobre práticas sustentáveis, além do desenvolvimento de competências digitais e socioambientais. Conclui-se que o uso pedagógico de aplicativos digitais gamificados constitui uma estratégia relevante para fortalecer a educação para a sustentabilidade no Ensino Médio, desde que associado a uma mediação docente crítica e intencional.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Gamificação; Tecnologias digitais; Ensino Médio; Educação ambiental.

## INTRODUÇÃO

A intensificação dos problemas socioambientais contemporâneos, como as mudanças climáticas, a perda da biodiversidade, a produção de resíduos e o consumo insustentável, evidencia a necessidade de práticas educativas que articulem conhecimento

[1] Mestre do Curso Ensino das Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, eduardo.gdsilva@professor.educacao.pe.gov.br.
[2] Mestrando do Curso de Ensino das Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, ademarioasilva@gmail.com.
[3] Especialista pelo Curso de Metodologias do Ensino da Língua Portuguesa e Literatura na Educação Básica da Universidade Norte do Paraná - UNOPAR, angela_catharina2016@outlook.com.br.

científico, reflexão crítica e participação social. Nesse contexto, a escola desempenha papel fundamental na compreensão das relações entre sociedade e natureza. Capra e Luisi (2003) defendem uma visão sistêmica da vida, enquanto Sauvé (2005) destaca a diversidade de perspectivas da educação ambiental. Loureiro (2019), por sua vez, enfatiza sua dimensão crítica e transformadora das relações sociais que produzem problemas socioambientais.

Paralelamente, a cultura digital transformou o acesso e a circulação da informação, exigindo novas formas de organização do ensino. Kenski (2012) destaca as mudanças promovidas pelas tecnologias na educação, enquanto Coll e Monereo (2010) ressaltam a necessidade de integrá-las às práticas pedagógicas. Assim, o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) deve estar associado a objetivos de aprendizagem claros e à mediação docente.

Nesse cenário, a gamificação consiste na aplicação de elementos dos jogos em contextos educacionais, utilizando recursos como pontuação, desafios, feedback e rankings para organizar a participação dos estudantes (Deterding et al., 2011). Contudo, esses elementos não garantem, isoladamente, a aprendizagem, pois seu potencial depende da qualidade das atividades e da mediação pedagógica (Kapp, 2012; Fardo, 2013).

No ensino de Biologia, aplicativos como Kahoot! e Quizizz podem apoiar a revisão de conteúdos, o diagnóstico das aprendizagens e a discussão de questões relacionadas à sustentabilidade. Quando associados a situações do cotidiano, esses recursos permitem identificar conhecimentos prévios, discutir conceitos científicos e relacioná-los às práticas sociais, superando a simples busca por pontuações.

Essa proposta dialoga com a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), que valoriza a mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, incluindo o uso crítico das tecnologias digitais e a compreensão das questões ambientais. Também se relaciona à Agenda 2030, especialmente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4, 12 e 13, referentes à educação de qualidade, ao consumo e à produção responsáveis e à ação climática (ONU, 2015). A UNESCO (2021) reforça o papel da educação para o desenvolvimento sustentável na formação de sujeitos capazes de tomar decisões informadas e agir responsavelmente.

Do ponto de vista da aprendizagem, Ausubel (2000) destaca a importância de relacionar novos conhecimentos aos saberes prévios; Freire (1996) valoriza o diálogo e a

participação dos estudantes, enquanto Vygotsky (1998) evidencia a importância da interação social no desenvolvimento da aprendizagem.

Diante disso, este estudo tem como objetivo analisar o uso de aplicativos digitais com elementos de gamificação no ensino da sustentabilidade no Ensino Médio, considerando o engajamento, a participação, a compreensão conceitual e a articulação dos conteúdos de Biologia com competências digitais e socioambientais. A intervenção pedagógica foi desenvolvida com estudantes do 2º ano de uma escola pública de Vertente do Lério, Pernambuco, utilizando as plataformas Kahoot! e Quizizz.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Tecnologias digitais e mediação pedagógica

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) podem reorganizar a comunicação, a participação e a produção do conhecimento, desde que integradas a objetivos pedagógicos. Kenski (2012) destaca as mudanças das tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem, enquanto Coll e Monereo (2010) ressaltam a importância dos usos educacionais, das interações e das atividades propostas.

Nessa perspectiva, Valente, Almeida e Geraldini (2017) e enfatizam o envolvimento ativo dos estudantes na construção do conhecimento. Assim, os aplicativos digitais podem contribuir para a aprendizagem quando articulados à problematização, à realização de tarefas, ao feedback e à reflexão.

### Gamificação: princípios e possibilidades educativas

Deterding et al. (2011) definem gamificação como o uso de elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos. No ambiente escolar, pode envolver metas, desafios, pontuação, feedback e acompanhamento do progresso, sempre subordinados aos objetivos de aprendizagem.

Kapp (2012) destaca o potencial desses mecanismos para favorecer o envolvimento e a construção do conhecimento, enquanto McGonigal (2011) ressalta a importância de metas, desafios e feedback na participação. Entretanto, a competição e a exposição de resultados podem afetar os estudantes de maneiras distintas, não garantindo motivação ou aprendizagem.

Fardo (2013) e Alves, Minho e Diniz (2014) apontam a gamificação como possibilidade metodológica, desde que seus elementos estejam vinculados à intencionalidade pedagógica. Para evitar que a atividade se restrinja à rapidez e à pontuação, é importante promover a compreensão dos erros, a justificativa das respostas e o diálogo entre os participantes.

Neste estudo, a gamificação foi desenvolvida por meio de quizzes digitais, utilizando pontuação, tempo e feedback para organizar as tarefas, identificar dificuldades e consolidar conceitos. O propósito foi apoiar a aprendizagem e a mediação docente, e não estabelecer uma competição isolada.

**Educação ambiental, sustentabilidade e cidadania**

A sustentabilidade exige compreender as relações entre processos ecológicos, sociais e econômicos. Capra e Luisi (2003) contribuem com uma visão sistêmica da vida, pertinente à discussão sobre consumo, resíduos e mudanças climáticas. Sauvé (2005) destaca a diversidade de perspectivas da educação ambiental, enquanto Loureiro (2019) enfatiza sua dimensão crítica, que envolve analisar responsabilidades, conflitos e condições sociais relacionadas aos problemas socioambientais.

A Agenda 2030 permite aproximar os conteúdos escolares dos desafios globais, especialmente por meio dos ODS 4, 12 e 13, relacionados à educação de qualidade, ao consumo e à produção responsáveis e à ação climática (ONU, 2015). A UNESCO (2021) reforça a importância de desenvolver conhecimentos, valores e capacidades que favoreçam decisões responsáveis.

No ensino de Biologia, essa abordagem pode envolver biodiversidade, ciclos naturais, uso de recursos e impactos das ações humanas. A contextualização dos conteúdos em situações cotidianas favorece a relação entre conhecimentos científicos e realidade local. Nesse sentido, Silva (2019), ao abordar a captação e a reutilização da água nos ambientes escolar e social, exemplifica a aproximação entre educação ambiental e práticas concretas, conectando os problemas locais aos desafios globais.

**Aprendizagem significativa, diálogo e interação**

Para Ausubel (2000), a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações se relacionam com conhecimentos prévios relevantes. Desse modo, as

respostas dos estudantes em atividades gamificadas podem revelar suas concepções e orientar discussões que favoreçam a compreensão dos conceitos.

Freire (1996) defende uma prática educativa baseada no diálogo e na problematização, reconhecendo os estudantes como sujeitos da aprendizagem. Vygotsky (1998), por sua vez, destaca a importância da interação social, da linguagem e da mediação no desenvolvimento. Esses referenciais fundamentaram a utilização dos quizzes acompanhados de discussões e explicações, considerando o feedback automatizado como apoio, e não como substituto da atuação docente.

## METODOLOGIA

### Abordagem e delineamento da pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza aplicada e com análise descritivo-interpretativa, organizada a partir da perspectiva da Design-Based Research (DBR). Wang e Hannafin (2005) descrevem a DBR como uma abordagem sistemática, flexível e orientada à melhoria de práticas educacionais por meio do desenvolvimento, da implementação e da análise de intervenções em contextos reais. Sua adoção é pertinente quando o interesse não se limita a medir um efeito isolado, mas envolve examinar como uma proposta pedagógica funciona em determinada realidade e quais aspectos podem ser aperfeiçoados.

Neste trabalho, a intervenção foi concebida para integrar conteúdos de sustentabilidade às aulas de Biologia, utilizando aplicativos gamificados como instrumentos de participação, diagnóstico e consolidação. A abordagem qualitativa orientou a atenção aos comportamentos observados, às interações, aos registros de desempenho e às mudanças percebidas ao longo das atividades. Embora os registros dos aplicativos apresentem dados de resposta, eles foram interpretados em conjunto com observações pedagógicas, sem pretensão de estabelecer causalidade ou generalização estatística.

### Contexto e participantes

O estudo foi realizado na Escola de Referência em Ensino Médio Justa Barbosa de Sales, situada no município de Vertente do Lério, Pernambuco. Participaram 90 estudantes matriculados nas turmas A, B e C do 2º ano do Ensino Médio. A intervenção ocorreu entre julho e novembro, durante aulas de Biologia, tendo como eixo temático a

sustentabilidade e suas relações com práticas de consumo, produção responsável e mudanças climáticas.

A seleção desse contexto decorreu da possibilidade de desenvolver e observar uma estratégia pedagógica integrada ao currículo escolar e à realidade da escola pública. Os resultados devem, portanto, ser compreendidos à luz desse recorte institucional e do grupo participante. O estudo não pretende afirmar que as mesmas respostas ocorreriam necessariamente em outras escolas, etapas de ensino ou condições de infraestrutura.

**Planejamento e desenvolvimento da intervenção**

A intervenção foi organizada em torno de atividades digitais com as plataformas Kahoot! e Quizizz. As ferramentas foram selecionadas por possibilitarem a elaboração de questionários interativos e a apresentação de respostas em tempo real. A sequência didática contemplou momentos de mobilização de conhecimentos prévios, realização de quizzes e discussão das respostas, articulando o conteúdo curricular aos objetivos de aprendizagem.

Na etapa inicial, as questões tiveram função diagnóstica: permitiram observar compreensões preliminares e identificar temas que exigiam retomada. Em seguida, foram propostas atividades de revisão e consolidação, com questões relacionadas à sustentabilidade e aos impactos das ações humanas. Durante as tarefas, os estudantes acessaram os questionários, responderam aos itens e acompanharam os retornos apresentados pelas plataformas. O professor-pesquisador observou a participação e interveio para esclarecer conceitos, discutir alternativas e relacionar as respostas às situações ambientais abordadas.

Os elementos de gamificação — especialmente pontuação, tempo de resposta e feedback — foram utilizados para estruturar desafios e manter a participação. O ranking foi compreendido como recurso possível de mobilização, mas não como medida suficiente de aprendizagem. A discussão coletiva após os quizzes teve papel central, pois permitiu tratar respostas incorretas como oportunidades de revisão e aprofundar a interpretação dos conceitos. Essa organização buscou conciliar a dinâmica dos aplicativos com uma abordagem crítica e contextualizada da educação ambiental.

**Instrumentos de produção de dados e análise**

A produção de dados baseou-se em três fontes: observação direta do professor-pesquisador durante as atividades; registros de desempenho disponibilizados pelas

plataformas; e acompanhamento do envolvimento e das interações dos estudantes. A observação focalizou a adesão às tarefas, a participação nas discussões, as interações entre pares e a necessidade de mediação docente. Os registros digitais foram considerados indicadores do desempenho nas questões, permitindo observar dificuldades recorrentes e aspectos que demandavam retomada.

A análise seguiu orientação descritivo-interpretativa. Os registros foram examinados em articulação com as observações, considerando quatro dimensões analíticas: (a) engajamento e participação; (b) compreensão conceitual sobre sustentabilidade; (c) autonomia e uso pedagógico das tecnologias; e (d) articulação dos conteúdos com os ODS 4, 12 e 13. Essas dimensões foram definidas a partir do objetivo do estudo e do referencial teórico adotado. Como não foram produzidos indicadores padronizados de efeito ou medidas de acompanhamento de longo prazo, as interpretações se limitam às evidências observadas durante a intervenção.

A análise não atribui as mudanças percebidas exclusivamente aos aplicativos. A participação também pode ser influenciada pela dinâmica da turma, pela mediação do professor, pelo conteúdo das questões, pela novidade do recurso e pelas condições de acesso. Essa cautela é importante para evitar conclusões causais que o delineamento qualitativo não permite sustentar.

### Aspectos éticos

As atividades foram desenvolvidas com autorização institucional da equipe gestora, preservando-se a confidencialidade das informações dos estudantes. Na apresentação dos resultados, não são identificados participantes individualmente. A participação nas atividades ocorreu no contexto das aulas, e os registros são tratados de forma agregada e descritiva. Para divulgação científica, recomenda-se que a versão final submetida observe também as exigências éticas e documentais específicas do evento e da instituição, inclusive quanto à necessidade de consentimentos ou apreciação ética, quando aplicáveis.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Engajamento e participação nas atividades

Durante a intervenção, observou-se maior envolvimento dos estudantes nas atividades de Biologia realizadas com os aplicativos Kahoot! e Quizizz. A participação tornou-se mais visível durante a resolução dos quizzes, com adesão às questões,

acompanhamento dos resultados e interações entre colegas. A realização das tarefas em ambiente digital contribuiu para organizar a dinâmica da aula em torno de desafios curtos e objetivos, favorecendo a mobilização de estudantes que, em situações predominantemente expositivas, poderiam permanecer menos envolvidos.

**Compreensão conceitual sobre sustentabilidade**

Os registros de desempenho e as observações realizadas ao longo da intervenção indicaram avanços na compreensão dos conteúdos trabalhados. Nas atividades diagnósticas iniciais, foram identificadas respostas que sugeriam conhecimentos fragmentados sobre consumo consciente, produção responsável e consequências das ações humanas para o ambiente. Nas atividades posteriores, observou-se maior adequação no uso de termos ambientais e melhor articulação entre determinadas práticas cotidianas e seus possíveis impactos socioambientais.

Esse movimento deve ser interpretado com prudência. Os registros disponíveis permitem descrever mudanças percebidas no decorrer das atividades, mas não fornecem base para quantificar a magnitude da aprendizagem nem para afirmar que ela se manteve a longo prazo. Ainda assim, a combinação entre respostas dos quizzes, feedback e discussão coletiva pareceu oferecer oportunidades para identificar equívocos e reorganizar explicações. O erro, nesse contexto, foi tratado como informação útil para a intervenção pedagógica, e não apenas como resultado negativo.

A contribuição do feedback imediato é coerente com a discussão de McGonigal (2011) sobre o papel do retorno rápido e de metas claras em experiências estruturadas por mecanismos de jogo. No campo educacional, contudo, o feedback precisa ser explicativo: informar se uma alternativa está correta é menos potente do que discutir por que uma resposta é adequada e por que as demais não são. Essa distinção foi importante para aproximar os quizzes de uma aprendizagem conceitual, em vez de restringi-los à memorização de respostas.

**Motivação, autonomia e competências digitais**

Outro resultado observado foi a maior disposição dos estudantes para participar das tarefas e utilizar os recursos digitais propostos. A interface interativa, a apresentação das questões e a visualização dos resultados tornaram o percurso da atividade mais explícito. Alguns estudantes demonstraram maior iniciativa no acesso e na resolução das

tarefas, enquanto a dinâmica coletiva favoreceu a troca de informações e o apoio entre colegas.

O uso das plataformas também proporcionou situações de mobilização de competências digitais, incluindo navegação, leitura de instruções, interação com interfaces e interpretação de resultados. Essa dimensão está em consonância com a BNCC (Brasil, 2018), que propõe o uso crítico e significativo das tecnologias digitais. Entretanto, o desenvolvimento de competência digital não pode ser inferido apenas da utilização técnica de um aplicativo. Ele requer também avaliar informações, agir com responsabilidade, compreender limites das ferramentas e utilizar recursos digitais para construir e comunicar conhecimentos.

**Articulação com os ODS e a formação cidadã**

As atividades sobre sustentabilidade permitiram relacionar os conteúdos de Biologia aos ODS 4, 12 e 13. A aproximação com o ODS 4 ocorreu pela busca de uma experiência de aprendizagem participativa, com utilização crítica de recursos digitais e valorização da construção do conhecimento. A relação com o ODS 12 apareceu nas discussões sobre consumo consciente, produção e descarte. Já o ODS 13 foi mobilizado ao tratar de impactos ambientais e da necessidade de compreender as mudanças climáticas como questão que envolve escolhas individuais, políticas públicas e formas de organização social.

A Agenda 2030 (ONU, 2015) oferece um referencial para conectar a educação escolar a compromissos coletivos de desenvolvimento sustentável. A UNESCO (2021) enfatiza que a educação nessa área deve preparar os estudantes para tomar decisões informadas e agir de modo responsável. No contexto investigado, os quizzes funcionaram como dispositivos de introdução e revisão de conceitos; a reflexão cidadã dependeu, porém, da discussão que acompanhou as questões e da capacidade de relacionar respostas a situações reais.

A educação ambiental crítica não se limita a prescrever condutas individuais. Conforme Loureiro (2019), a compreensão dos problemas ambientais requer examinar as relações sociais e políticas que os produzem. Por isso, atividades gamificadas sobre sustentabilidade precisam ir além de perguntas sobre hábitos corretos e incorretos, incorporando questões sobre acesso a recursos, responsabilidade dos diferentes atores,

produção de resíduos e alternativas coletivas. Essa orientação pode fortalecer a passagem da informação à análise e, posteriormente, à participação cidadã.

**Limitações e implicações para a prática pedagógica**

Os resultados precisam ser considerados diante de limitações metodológicas. A investigação ocorreu em uma única escola pública, com 90 estudantes de três turmas do 2º ano, durante um período específico. A análise foi qualitativa e descritivo-interpretativa, sem grupo de comparação, instrumentos padronizados de aprendizagem ou acompanhamento posterior. Portanto, não é possível atribuir exclusivamente à gamificação as mudanças percebidas, nem generalizar os achados para outros contextos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou o uso de aplicativos digitais com elementos de gamificação no ensino da sustentabilidade no Ensino Médio. A intervenção realizada com estudantes do 2º ano da Escola de Referência em Ensino Médio Justa Barbosa de Sales, em Vertente do Lério–PE, indicou que Kahoot! e Quizizz podem favorecer a participação, ampliar a interação e auxiliar na identificação de dificuldades conceituais nas aulas de Biologia.

As observações apontaram maior envolvimento nas atividades e indícios de avanços na compreensão de temas como consumo consciente, produção responsável e impactos ambientais. O feedback e a discussão coletiva das respostas contribuíram para ultrapassar a dimensão recreativa dos aplicativos, evidenciando a importância da mediação docente e do alinhamento entre recursos digitais e objetivos pedagógicos.

A experiência também permitiu articular conteúdos de Biologia aos ODS 4, 12 e 13, aproximando a sustentabilidade do conhecimento científico, das escolhas cotidianas e da responsabilidade coletiva. Recomenda-se, portanto, integrar os quizzes a outras estratégias, como investigações de problemas locais, atividades de campo, análise de dados e elaboração de propostas de intervenção.

Entre as limitações, destacam-se a realização do estudo em uma única escola, a abordagem qualitativa e a ausência de acompanhamento de longo prazo. Pesquisas futuras poderão ampliar os contextos investigados, diversificar os instrumentos de coleta de dados e analisar a permanência das aprendizagens, a acessibilidade das plataformas e os efeitos da competição e da colaboração entre estudantes com diferentes perfis.

Conclui-se que os aplicativos digitais gamificados são recursos promissores para o ensino da sustentabilidade, desde que utilizados de maneira planejada, inclusiva e crítica. Sua contribuição depende da articulação com os conteúdos científicos, da problematização das questões ambientais e da mediação do professor, fortalecendo práticas pedagógicas voltadas à formação científica, cidadã e socioambiental.

## REFERÊNCIAS


ALVES, Lynn Rosalina Gama; MINHO, Marcelle Rose da Silva; DINIZ, Marcelo Vera Cruz. **Gamificação: diálogos com a educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2000.

BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação**. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

CAPRA, Fritjof; LUISI, Pier Luigi. **A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas**. São Paulo: Cultrix, 2003.

COLL, César; MONEREO, Carles (org.). **Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DETERDING, Sebastian et al. **From game design elements to gamefulness: defining "gamification"**. In: INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREK CONFERENCE, 15., 2011, Tampere. Proceedings [...]. New York: ACM, 2011. p. 9–15.

FARDO, Marcelo Luis. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **Renote: Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, 2013.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: **Paz e Terra**, 1996.

KAPP, Karl M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

KENSKI, Vani Moreira**. Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2012.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Educação ambiental: questões de vida**. São Paulo: Cortez, 2019.

MCGONIGAL, Jane. **Reality is broken: why games make us better and how they can change the world**. New York: Penguin Press, 2011.

ONU. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: Organização das Nações Unidas, 2015.

SAUVÉ, Lucie. Educação ambiental: possibilidades e limitações. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 317–322, maio/ago. 2005.

SILVA, Eduardo Gomes da. **Estratégia educacional com base na captação e reutilização da água no ambiente escolar e social.** 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências Ambientais) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

UNESCO. **Education for sustainable development: a roadmap**. Paris: UNESCO, 2021.

VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini; GERALDINI, Alexandra F. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 17, n. 52, p. 455–478, 2017.

VYGOTSKY, Lev S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WANG, Feng; HANNAFIN, Michael J. Design-based research and technology-enhanced learning environments. **Educational Technology Research and Development**, v. 53, n. 4, p. 5–23, 2005.