ISSN: 2358-8829

O USO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SIMULADOR PHET NO ENSINO DE BIOLOGIA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO[1]

Amonikele Gomes Leite [2]
Alessandre Pereira-Colavite [3]

INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia no Ensino Médio reúne conceitos que costumam ser percebidos pelos estudantes como abstratos, distantes do cotidiano e marcados por uma extensa terminologia científica. Quando a aula se restringe à exposição oral e à memorização de nomes e classificações, a tendência é que a disciplina seja vista como pouco atraente, o que contribui para a desmotivação e, em muitos casos, para o afastamento do estudante da escola. Diante desse cenário, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta que a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias favoreça a investigação, a comunicação em diferentes linguagens e o uso crítico, significativo e ético das tecnologias digitais (BRASIL, 2018).

A Escola Estadual de Ensino Médio Adalgisa Teódulo da Fonseca, situada no município de Itaporanga, no Sertão da Paraíba, vinculada à 7ª Gerência Regional de Educação, contava no ano letivo de 2025 com dez turmas de Ensino Médio regular: quatro de 1ª série, três de 2ª série e três de 3ª série. A comunidade escolar é composta majoritariamente por famílias de baixa renda, atendidas por programas sociais como o Bolsa Família e o Pé-de-Meia. Muitos estudantes enfrentam acesso limitado a recursos educacionais, necessidade de trabalhar para ajudar em casa e desmotivação com os estudos, fatores que interferem diretamente na aprendizagem e que exigem da escola propostas capazes de engajá-los.

A proposta aqui relatada tem origem em uma experiência anterior. Em 2021, durante o ensino remoto imposto pela pandemia de covid-19, a primeira autora utilizou histórias em quadrinhos (HQs) e o simulador PhET em sequências didáticas investigativas sobre Evolução Biológica com estudantes da 3ª série da mesma escola, em aulas realizadas pelo Google Meet

[1] Trabalho resultante de projeto de ensino desenvolvido em 2025 na Escola Estadual de Ensino Médio Adalgisa Teódulo da Fonseca, Itaporanga – PB.

[2] Mestra em Ensino de Biologia pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) da Universidade Federal da Paraíba - UFPB; professora de Biologia da Escola Estadual de Ensino Médio Adalgisa Teódulo da Fonseca - PB, amonikele3@gmail.com;
[3] Professor orientador: Doutor, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, alepercol@gmail.com.

ISSN: 2358-8829

(LEITE, 2022). Os resultados positivos daquela experiência motivaram a ampliação da proposta: em 2025, já no ensino presencial, as HQs deixaram de ser um recurso restrito a um único conteúdo e passaram a ser empregadas em diferentes temas da Biologia, como Reino Animal, Relações Ecológicas, Adaptação e Evolução, agora associadas à produção de narrativas com apoio de ferramentas de Inteligência Artificial (IA) e a outros recursos digitais.

Assim, este trabalho tem como objetivo relatar e analisar um projeto pedagógico desenvolvido na disciplina de Biologia que integrou HQs, IA, o simulador PhET Interactive Simulations e a plataforma Wordwall, com a finalidade de promover o protagonismo estudantil, tornar a aprendizagem de conceitos biológicos mais significativa e reduzir a desmotivação escolar. Como objetivos específicos, buscou-se: introduzir conteúdos por meio da leitura de HQs; levar os estudantes a produzir suas próprias HQs, com apoio da IA, sobre temas estudados em sala; utilizar o PhET em uma atividade investigativa sobre seleção natural; e empregar o Wordwall na revisão gamificada de conteúdos.

Trata-se de um relato de experiência, de abordagem qualitativa. Os resultados indicam maior participação dos estudantes, produção de HQs com conteúdo científico, em sua maioria, correto, e a identificação de imprecisões nas produções geradas com IA, o que reforçou a importância da mediação docente.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como um relato de experiência de natureza qualitativa, construído a partir da prática docente na disciplina de Biologia. O projeto foi organizado em quatro etapas e ocorreu no segundo semestre letivo de 2025, envolvendo turmas de 2ª e 3ª séries do Ensino Médio (e, apenas na quarta etapa, também de uma turma da 1ª série) da EEEM Adalgisa Teódulo da Fonseca, em Itaporanga – PB, totalizando aproximadamente 200 estudantes. Os dados foram obtidos por meio de observação participante durante as aulas, registros da professora, registros fotográficos das atividades e análise das HQs produzidas pelos estudantes. A análise das produções considerou a correção dos conceitos biológicos, a presença das características solicitadas nos roteiros, a organização da narrativa (início, desenvolvimento e desfecho) e o uso dos elementos próprios da linguagem dos quadrinhos, como balões de fala e de pensamento, onomatopeias e requadros. Os estudantes não são identificados neste trabalho, e os registros de imagem permanecem restritos ao acervo da escola.

Na primeira etapa, de introdução dos conteúdos por meio de HQs, as aulas foram preparadas em apresentações de slides nas quais tirinhas e HQs serviam como ponto de partida

ISSN: 2358-8829

para a discussão de conceitos. Na 2ª série, o conteúdo trabalhado foi o Reino Animal, com ênfase nos vertebrados; na 3ª série, o conteúdo foi Evolução Biológica. A leitura das histórias era seguida de perguntas que levavam os estudantes a identificar o conceito representado e a relacioná-lo a situações do cotidiano.

Na segunda etapa, de criação e apresentação das HQs, os estudantes da 2ª e da 3ª séries foram organizados em grupos de cinco ou seis integrantes e receberam roteiros elaborados pela professora. Para a 2ª série, foram produzidos roteiros específicos para mamíferos, aves, répteis e anfíbios. Cada roteiro indicava o tema central, as características biológicas que deveriam obrigatoriamente aparecer na história (por exemplo, pelos, glândulas mamárias, respiração pulmonar e endotermia, no caso dos mamíferos; escamas, ectotermia e reprodução por ovos, no caso dos répteis; metamorfose e respiração cutânea, no caso dos anfíbios), a estrutura sugerida para a narrativa em seis a doze quadros e os elementos de linguagem a serem utilizados. Na 3ª série, os temas envolveram adaptação, relações ecológicas, genética e evolução. Os grupos utilizaram ferramentas de IA escolhidas pelos próprios estudantes para gerar imagens, organizar o roteiro e revisar os textos, sendo orientados a conferir a correção científica de todo o conteúdo antes da entrega. Ao final, cada grupo apresentou sua HQ para a turma, seguida de discussão coletiva sobre os conceitos representados.

Na terceira etapa, com estudantes da 3ª série, foi realizada uma atividade investigativa com o simulador gratuito PhET Interactive Simulations, na simulação Seleção Natural (UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER, 2025). Nela, os estudantes manipulam uma população de coelhos, introduzem mutações (como cor e comprimento da pelagem), alteram o ambiente e os fatores de seleção (predadores, disponibilidade de alimento) e acompanham, em gráficos, a variação da população ao longo das gerações. Após a simulação, os estudantes responderam a um roteiro investigativo com questões que exigiam relacionar os resultados obtidos às teorias evolutivas estudadas e justificar suas conclusões com base nos dados observados.

Na quarta etapa, a plataforma Wordwall foi utilizada como ferramenta de revisão de conteúdos. Na 1ª série, que participou apenas desta etapa, foram revisadas as adaptações dos animais da Caatinga e, na 2ª série, o sistema digestório. As turmas foram divididas em grupos que disputaram um jogo de perguntas e respostas projetado em sala, e o grupo com maior desempenho foi premiado.

REFERENCIAL TEÓRICO

ISSN: 2358-8829

As metodologias ativas colocam o estudante no centro do processo educativo, levando-o a construir conhecimento por meio de questionamentos, experimentação, produção e compartilhamento de ideias. Para Moran (2018), aprender de forma ativa significa envolver-se em atividades cada vez mais complexas, nas quais o estudante precisa tomar decisões e avaliar resultados, com o apoio de materiais relevantes e da mediação do professor. Essa perspectiva dialoga com a concepção de Freire (2019), segundo a qual ensinar não consiste em transferir conhecimento, mas em criar condições para que o próprio educando o produza ou construa, e com a abordagem sociointeracionista de Vygotsky (2007), que destaca o papel da interação social e da mediação na aprendizagem. Em Biologia, o ensino por investigação tem se mostrado uma forma produtiva de concretizar essa perspectiva, ao envolver os estudantes na formulação de hipóteses, na análise de dados e na argumentação com base em evidências (CARVALHO, 2018; SCARPA; CAMPOS, 2018).

As histórias em quadrinhos ocupam lugar de destaque entre os recursos que favorecem esse tipo de aprendizagem. Por combinarem linguagem verbal e visual, as HQs permitem ao leitor interpretar informações de forma integrada, o que contribui para uma aprendizagem mais contextualizada e envolvente (VERGUEIRO, 2004). Durante muito tempo vistas com desconfiança no ambiente escolar, as HQs passaram a ser reconhecidas como material legítimo de ensino, capaz de aproximar os conteúdos da realidade dos estudantes e de estimular a leitura (VERGUEIRO; RAMOS, 2009). No ensino de Ciências, Pizarro e Lopes Junior (2009) mostraram que as HQs podem ser utilizadas para desenvolver indicadores de alfabetização científica, e a literatura recente indica que elas facilitam a compreensão de conceitos, aumentam a participação dos estudantes e contribuem para o hábito da leitura, embora dependam da mediação docente, já que a maior parte das HQs disponíveis não foi produzida com finalidade didática (AMARAL et al., 2025). Sousa e Dias (2025), ao analisarem estudos sobre HQs no ensino de Biologia, observaram ainda que poucas pesquisas exploram a participação dos estudantes como autores das histórias, lacuna que a presente proposta buscou enfrentar.

Quando o estudante deixa de ser apenas leitor e passa a ser autor de uma HQ, precisa selecionar informações, organizá-las em uma sequência lógica e traduzi-las para outra linguagem. Moran (2018) ressalta que, ao criar suas próprias histórias, os estudantes reinterpretam os conteúdos aprendidos, o que estimula habilidades de síntese, análise e expressão. Nessa perspectiva, os conteúdos conceituais passam a ser mobilizados junto a conteúdos procedimentais e atitudinais, como o trabalho em grupo e a comunicação de ideias (ZABALA, 1998).

ISSN: 2358-8829

A Inteligência Artificial generativa ampliou as possibilidades de produção de HQs em sala de aula, sobretudo para estudantes que não dominam o desenho. Estudos recentes indicam que modelos de linguagem e geradores de imagem podem apoiar a produção de HQs didáticas, por exemplo no ensino de genética, desde que utilizados com intencionalidade e com a mediação do professor (CÁSSIA, 2025), e que a criação de quadrinhos pode ser, ela mesma, uma estratégia para ensinar a elaborar comandos e a avaliar criticamente o que a IA produz (ARAÚJO; ROSINKE; SHENG, 2026). A UNESCO (2024), em seu guia sobre IA generativa na educação, recomenda uma abordagem centrada no ser humano, que garanta o uso ético e seguro dessas ferramentas, e alerta para o risco de que produzam conteúdos imprecisos ou enviesados, o que torna indispensável a verificação das informações. Kenski (2012) já destacava que as tecnologias não substituem o professor, mas transformam o seu papel, que passa a ser o de orientador e mediador do acesso ao conhecimento.

Os simuladores virtuais e os jogos digitais compõem outro grupo de recursos que favorecem a aprendizagem ativa. As simulações do PhET, desenvolvidas pela Universidade do Colorado, são gratuitas, baseadas em pesquisa e projetadas para tornar visíveis fenômenos difíceis de observar diretamente, oferecendo ao estudante um ambiente de exploração com orientação implícita (PERKINS et al., 2006). No ensino de Evolução, a simulação Seleção Natural permite acompanhar ao longo de várias gerações a relação entre variação, ambiente e sobrevivência; Bezerra e Souto (2025), ao utilizá-la com estudantes do Ensino Médio, verificaram que o conceito de seleção natural passou a integrar e organizar conhecimentos anteriores de genética e ecologia, caracterizando uma aprendizagem significativa. Quanto aos jogos digitais, Dias et al. (2023) apontam que esses recursos despertam o interesse e a motivação dos estudantes de Biologia, superando o modelo de aula em que o aluno é apenas receptor. A plataforma Wordwall, em particular, tem sido utilizada em propostas gamificadas no Ensino Médio com resultados positivos em engajamento, colaboração e compreensão dos conteúdos (SILVA et al., 2026).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Leitura de HQs como ponto de partida. A introdução dos conteúdos por meio de HQs despertou a curiosidade das turmas desde o início das aulas. Os estudantes da 2ª série, ao lerem as histórias sobre o Reino Animal, passaram a levantar perguntas sobre características dos animais que conheciam em seu entorno, enquanto os da 3ª série discutiram, a partir das tirinhas, as diferenças entre as explicações de Lamarck e de Darwin. Observou-se maior participação

ISSN: 2358-8829

oral, inclusive de estudantes que costumavam permanecer em silêncio nas aulas expositivas. Esse resultado converge com o que afirma Vergueiro (2004): a linguagem híbrida dos quadrinhos favorece a interpretação integrada das informações e torna o conteúdo mais acessível. Além disso, a leitura de HQs exercita a interpretação de textos multimodais, habilidade valorizada pela BNCC (BRASIL, 2018) e frequente em avaliações externas.

Produção de HQs com apoio da IA. Entre as HQs reunidas ao final do projeto, oito foram selecionadas para o relatório pedagógico da escola e analisadas neste trabalho. Elas abordaram as características dos peixes, o ciclo de vida e as características das aves, as características dos mamíferos, as relações ecológicas (em duas produções), as adaptações dos animais, a bioluminescência em peixes de águas profundas e a relação entre as ideias de Lamarck e a epigenética. De modo geral, as produções apresentaram narrativa com início, desenvolvimento e desfecho, uso adequado de balões, onomatopeias e personagens, e contemplaram as características exigidas nos roteiros.

Na HQ sobre peixes, por exemplo, um peixe jovem pergunta a uma "doutora" o que são os "cortes" em sua cabeça e recebe explicações sobre brânquias, escamas, nadadeiras, linha lateral e dependência da temperatura da água. Na HQ sobre mamíferos, animais muito diferentes entre si, como a onça, o cachorro, o morcego e a baleia, discutem o que teriam em comum até concluírem que todos alimentam os filhotes com leite, respiram por pulmões e mantêm a temperatura do corpo constante; a escolha desses personagens indica que os estudantes compreenderam a diversidade dos mamíferos e os critérios que definem esse grupo. Nas HQs sobre relações ecológicas, os estudantes diferenciaram corretamente mutualismo, protocooperação, comensalismo, predação, parasitismo e competição intra e interespecífica, com exemplos como a abelha e a flor, a rêmora e o tubarão e o carrapato no cachorro. Esses resultados estão de acordo com Moran (2018), para quem a produção de narrativas pelos estudantes promove a reinterpretação dos conteúdos, e com Zabala (1998), ao evidenciar a articulação entre conteúdos conceituais e procedimentais.

Um aspecto que merece destaque é a forma como os grupos se apropriaram da IA. Em uma das produções, as imagens foram geradas pela ferramenta, mas os balões foram deixados em branco e preenchidos à mão pelos próprios estudantes, o que garantiu a autoria do texto e mostrou que a IA foi usada como apoio, e não como substituta do raciocínio. Em outra, os estudantes abordaram um tema que ultrapassa o conteúdo básico: a HQ discute se "Lamarck estava certo afinal", explica que a ideia de herança de caracteres adquiridos pelo uso e desuso não é confirmada pela ciência atual e apresenta a epigenética como exemplo de influência do ambiente sobre a expressão dos genes. Trata-se de uma produção que revela pesquisa e

ISSN: 2358-8829

interesse, mas cuja conclusão, de que Lamarck teria “acertado na intuição”, simplifica uma discussão que ainda é objeto de debate científico e precisou ser retomada em sala.

A análise também identificou imprecisões que merecem atenção. Na HQ sobre adaptações, um quadro atribui aos pinguins o uso de ecolocalização, o que não corresponde ao conhecimento científico, e diversos quadros apresentaram palavras com erros de grafia, típicos dos textos inseridos automaticamente em imagens geradas por IA. Esses problemas não diminuem o valor da atividade; ao contrário, tornaram-se oportunidades de aprendizagem, pois a discussão coletiva das produções permitiu corrigir os conceitos e mostrar aos estudantes que o conteúdo gerado pela IA precisa ser verificado. Esse resultado reforça as recomendações da UNESCO (2024) e as conclusões de Cássia (2025) e de Araújo, Rosinke e Sheng (2026) de que o uso pedagógico da IA depende da mediação do professor e da formação de uma postura crítica diante das informações produzidas por essas ferramentas.

Investigação com o simulador PhET. Na atividade com a simulação Seleção Natural, os estudantes da 3ª série puderam observar que, em um ambiente com predadores, os coelhos cuja cor de pelagem contrastava com o ambiente eram capturados com mais frequência, enquanto os que se confundiam com o ambiente sobreviviam e deixavam mais descendentes, alterando a composição da população ao longo das gerações. Ao responderem ao roteiro investigativo, os estudantes precisaram explicar esses resultados com base nas teorias estudadas, o que exigiu argumentar a partir dos dados, e não apenas repetir definições. Esse percurso está de acordo com o ensino por investigação descrito por Carvalho (2018) e Scarpa e Campos (2018) e com os resultados de Bezerra e Souto (2025), que também observaram, com o mesmo simulador, a integração do conceito de seleção natural a conhecimentos de genética e ecologia. Em comparação com a experiência de 2021, realizada de forma remota (LEITE, 2022), a aplicação presencial permitiu que a professora acompanhasse de perto as dúvidas surgidas durante a simulação e promovesse a discussão entre os grupos no próprio momento da investigação.

Revisão gamificada com o Wordwall. As atividades no Wordwall apresentaram elevada participação das turmas da 1ª e da 2ª séries. A competição entre grupos estimulou a colaboração interna, a discussão das respostas antes de cada escolha e o empenho dos estudantes, e a revisão de conteúdos como as adaptações dos animais da Caatinga e o sistema digestório ocorreu de forma dinâmica. Esses resultados convergem com os de Dias et al. (2023) e de Silva et al. (2026), que destacam o potencial dos jogos digitais e da gamificação para aumentar o engajamento em Biologia. É preciso ressaltar, no entanto, que o jogo de perguntas

ISSN: 2358-8829

e respostas cumpre melhor a função de revisão e fixação do que a de construção de conceitos novos, razão pela qual foi utilizado ao final das sequências, e não como estratégia principal.

De modo geral, a integração das quatro estratégias favoreceu o desenvolvimento de competências gerais da BNCC, como o uso crítico e ético das tecnologias digitais, a comunicação em diferentes linguagens e a argumentação com base em evidências (BRASIL, 2018). Cabe, porém, reconhecer um limite deste relato: por se tratar de uma experiência de sala de aula, os resultados baseiam-se na observação da professora e na análise das produções, sem instrumentos de avaliação aplicados antes e depois das atividades, o que impede afirmar com precisão o quanto cada estratégia contribuiu, isoladamente, para a aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que o uso de histórias em quadrinhos, associado à Inteligência Artificial, ao simulador PhET e à plataforma Wordwall, pode tornar o ensino de Biologia mais atrativo, participativo e significativo para estudantes de uma escola pública do Sertão paraibano marcada por vulnerabilidade social e desmotivação escolar. A leitura de HQs aproximou os conteúdos da realidade dos estudantes; a produção de HQs os colocou na posição de autores, levando-os a selecionar, organizar e comunicar conhecimentos científicos; a simulação favoreceu a investigação e a argumentação com base em dados; e o jogo digital dinamizou a revisão dos conteúdos.

A ampliação da metodologia em relação à experiência de 2021, que se restringia ao ensino de Evolução Biológica, mostrou que as HQs podem ser utilizadas em diferentes conteúdos da Biologia, como Reino Animal, relações ecológicas e adaptações, sem perder seu potencial de engajamento.

Um dos principais aprendizados do projeto foi a constatação de que o valor pedagógico da IA não está apenas no produto que ela gera, mas no processo de verificação desse produto. As imprecisões encontradas nas HQs mostraram que, sem mediação docente, a ferramenta pode reforçar erros conceituais; com mediação, esses erros se transformam em oportunidades de discussão e de formação de uma postura crítica diante das tecnologias. Isso reforça a necessidade de formação continuada que prepare os professores para integrar essas ferramentas de maneira intencional e ética, garantindo a autoria intelectual dos estudantes.

Como perspectivas, sugere-se que novas aplicações incluam instrumentos de avaliação da aprendizagem antes e depois das atividades, como questionários e rubricas de análise das

HQs, e registrem a percepção dos próprios estudantes sobre o uso da IA, de modo a oferecer evidências mais consistentes sobre a contribuição de cada estratégia.

REFERÊNCIAS

AMARAL, L. G.; ROSA, M. M. da; JONER, G.; CICUTO, C. A. T. Uso de histórias em quadrinhos no ensino de ciências: limites e possibilidades. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 17, n. 8, e9171, 2025. DOI: https://doi.org/10.55905/cuadv17n8-108.

ARAÚJO, K. R.; ROSINKE, P.; SHENG, L. Y. Do prompt ao quadrinho: aplicação piloto de uma ação extensionista sobre inteligência artificial generativa. **Scientific Electronic Archives**, v. 19, n. 5, p. 1-4, 2026. DOI: https://doi.org/10.36560/19520262266.

BEZERRA, C. de S.; SOUTO, T. V. S. Simulação virtual interativa como ferramenta pedagógica para aprendizagem de seleção natural no ensino médio. **Diversitas Journal**, v. 10, n. 1, 2025. DOI: https://doi.org/10.48017/dj.v10i1.3208.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/. Acesso em: 28 set. 2026.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. DOI: https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765.

CÁSSIA, A. T. de. **Geração de recursos pedagógicos no ensino de genética**: potencial da IA generativa na produção de HQs. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cabedelo, 2025. Disponível em: https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/4896. Acesso em: 28 set. 2026.

DIAS, C. D. C.; SILVA JÚNIOR, R.; SILVA, V. D.; AZEVEDO, S. C.; MORAIS NETO, M. D. Utilização de jogos digitais para o ensino de ciências biológicas. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 14, n. 42, p. 125-138, 2023. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.8011268.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**: o novo ritmo da informação. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

LEITE, A. G. **O uso de histórias em quadrinhos como estratégia de ensino e aprendizagem sobre evolução biológica no ensino médio**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO) – Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 1-25.

PERKINS, K.; ADAMS, W.; DUBSON, M.; FINKELSTEIN, N.; REID, S.; WIEMAN, C.; LEMASTER, R. PhET: interactive simulations for teaching and learning physics. **The Physics Teacher**, v. 44, n. 1, p. 18-23, 2006. DOI: https://doi.org/10.1119/1.2150754.

PIZARRO, M. V.; LOPES JUNIOR, J. A história em quadrinhos como recurso didático no ensino de indicadores da alfabetização científica nas séries iniciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de biologia por investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018. DOI: https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003.

SILVA, E. S. de S. et al. Gamificação no ensino de ciências: o uso do Wordwall para trabalhar relações ecológicas no ensino médio. **Cadernos Cajuína**, v. 11, n. 7, e3244, 2026. DOI: https://doi.org/10.52641/cadcajv11i7.3244.

SOUSA, C. N. da S.; DIAS, M. A. da S. Utilização das histórias em quadrinhos como recurso didático no ensino de Biologia sobre Leishmaniose. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 7, e16659, 2025. DOI: https://doi.org/10.54033/cadpedv22n7-309.

UNESCO. **Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa**. Paris: UNESCO, 2024. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000390241. Acesso em: 28 set. 2026.

UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER. **PhET Interactive Simulations**: Seleção Natural. Boulder, 2025. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/natural-selection. Acesso em: 28 set. 2026.

VERGUEIRO, W. Uso das HQs no ensino. In: RAMA, A.; VERGUEIRO, W. (org.). **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. São Paulo: Contexto, 2004. p. 7-29.

VERGUEIRO, W.; RAMOS, P. (org.). **Quadrinhos na educação**: da rejeição à prática. São Paulo: Contexto, 2009.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.