

**FÁBRICA DE PROTEÍNAS: GAMIFICAÇÃO NA APRENDIZAGEM NA TRANSCRIÇÃO DO RNA E A TRADUÇÃO DE PROTEÍNAS****PROTEIN FACTORY: GAMIFICATION IN LEARNING RNA TRANSCRIPTION AND PROTEIN TRANSLATION****FÁBRICA DE PROTEÍNAS: GAMIFICACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE LA TRANSCRIPCIÓN DEL ARN Y LA TRADUCCIÓN DE PROTEÍNAS**

Bianca Paulino Campanharo¹, Lorena Sousa Castro Altoé², Matheus Correia Casotti³, Iúri Drumond Louro⁴, Débora Dummer Meira⁵

e768120

<https://doi.org/10.47820/recima21.v7i6.8120>

PUBLICADO: 06/2026

RESUMO

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento e aplicação do jogo de tabuleiro chamado “fábrica de proteínas”, como estratégia pedagógica voltada para o ensino médio, com foco nos processos de transcrição do DNA em RNA e tradução em proteínas. Baseado em metodologias ativas e nos princípios da gamificação, o jogo foi concebido com o objetivo de favorecer a acessibilidade e o engajamento dos estudantes em relação aos conteúdos de Biologia Molecular. A proposta valoriza o protagonismo estudantil, promovendo o aprendizado por meio de experiências lúdicas que facilitam a compreensão de mecanismos abstratos da biologia celular. Assim, a referida proposta foi aplicada em turmas do 2º ano do ensino médio durante a disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino II, após, avaliou-se o impacto da atividade a partir de formulários respondidos pelos alunos. Os resultados indicaram altos índices de motivação e engajamento, embora alguns desafios tenham sido relatados, como a necessidade de maior familiaridade com as regras, o jogo mostrou-se eficaz tanto na introdução quanto na fixação dos conceitos apresentados. O estudo destaca a importância da mediação docente, do planejamento detalhado e da adequação do material ao contexto sociocultural dos alunos. Conclui-se que o uso de jogos didáticos é uma ferramenta pedagógica potente, com potencial de ser ampliada para outros temas e disciplinas.

PALAVRAS-CHAVE: Gamificação. Motivação. Engajamento. DNA. RNA.**ABSTRACT**

This study presents the development and implementation of a board game entitled “Protein Factory” as a pedagogical strategy aimed at high school education, focusing on the processes of DNA transcription into RNA and protein translation. Based on active methodologies and the principles of gamification, the game was designed to promote accessibility and student engagement regarding Molecular Biology content. The proposal emphasizes student protagonism, fostering learning through playful experiences that facilitate the understanding of abstract mechanisms in cellular biology. Thus, the proposed activity was implemented in second-year high school classes during the Supervised Teaching Internship II course, and its impact was subsequently assessed through questionnaires completed by the students.

¹ UFES, Graduada.

² UFES, PHD.

³ UFES, Mestrado.

⁴ UFES PHD.

⁵ UFES, PHD.



The results indicated high levels of motivation and engagement, although some challenges were reported, such as the need for greater familiarity with the game rules. Nevertheless, the game proved effective both as an introductory and reinforcement tool for the concepts addressed. The study highlights the importance of teacher mediation, detailed planning, and the adaptation of educational materials to the students' sociocultural context. It is concluded that the use of educational games constitutes a powerful pedagogical tool, with potential for expansion to other themes and disciplines.

KEYWORDS: Gamification. Motivation. Engagement. DNA. RNA.

RESUMEN

El presente trabajo presenta el desarrollo y la aplicación de un juego de mesa denominado "Fábrica de Proteínas" como estrategia pedagógica orientada a la educación secundaria, con énfasis en los procesos de transcripción del ADN en ARN y traducción en proteínas. Basado en metodologías activas y en los principios de la gamificación, el juego fue concebido con el objetivo de favorecer la accesibilidad y el compromiso de los estudiantes con los contenidos de Biología Molecular. La propuesta valora el protagonismo estudiantil, promoviendo el aprendizaje mediante experiencias lúdicas que facilitan la comprensión de mecanismos abstractos de la biología celular. En este sentido, la propuesta fue aplicada en grupos del segundo año de educación secundaria durante la asignatura de Práctica Supervisada en Enseñanza II, y posteriormente se evaluó el impacto de la actividad a través de cuestionarios respondidos por los estudiantes. Los resultados indicaron altos niveles de motivación y participación, aunque se reportaron algunos desafíos, como la necesidad de una mayor familiaridad con las reglas del juego. Aun así, el juego demostró ser eficaz tanto para la introducción como para la consolidación de los conceptos abordados. El estudio destaca la importancia de la mediación docente, de la planificación detallada y de la adecuación del material al contexto sociocultural de los estudiantes. Se concluye que el uso de juegos didácticos constituye una herramienta pedagógica potente, con potencial de ampliación hacia otros temas y disciplinas.

PALABRAS CLAVE: Gamificación. Motivación. Compromiso. ADN. ARN.

INTRODUÇÃO

O ensino de ciências enfrenta dificuldades para tornar conteúdos complexos compreensíveis aos alunos, especialmente temas abstratos da biologia molecular, o que reforça a necessidade de metodologias ativas que conectem os conceitos científicos ao cotidiano e à realidade dos estudantes (Silva Júnior, 2018; Santos *et al.*, 2020). Embora essas metodologias sejam estudadas desde 1890 e amplamente utilizadas no ensino superior (Araújo, 2008), pesquisas mostram que elas aumentam a participação, proatividade, responsabilidade e capacidade argumentativa dos alunos por meio do ensino investigativo e colaborativo (Vital, 2024).

Nesse contexto, destaca-se a gamificação, definida como o uso de elementos de jogos no processo de aprendizagem para promover engajamento e motivação (Kapp, 2018), colocando o aluno como protagonista e o professor como mediador (Fadel, 2014). Associado a isso, o Game



Design educacional utiliza elementos de jogos digitais e de tabuleiro organizados em dinâmica, mecânica e componentes, estimulando estratégias, raciocínio ativo e contextualização do conhecimento (Salen & Zimmerman, 2012; Bernardo *et al.*, 2021).

Além de facilitar a compreensão de conceitos abstratos, a aplicação de jogos busca promover assimilação profunda e interpretação crítica do conteúdo, podendo alcançar altos níveis de entendimento (Borelli, 2020). Por fim, o texto destaca a necessidade de transformar o modelo tradicional de ensino, ainda centrado no professor e na aprendizagem passiva (Araújo *et al.*, 2001), para uma educação mais tecnológica, dinâmica e focada no aluno como sujeito central do processo educativo (Sayyah *et al.*, 2017; Machado, 2025).

Este trabalho tem como objetivo desenvolver ensino ativo para alunos de ensino médio do conteúdo de transcrição do DNA (Ácido Desoxirribonucleico) para RNA (Ácido Ribonucleico) e a tradução para formação de proteínas, relacionando as habilidades EM13CNT304 da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) por meio do jogo (BRASIL, 2018). Além disso, é de fácil acesso e com alternativas baratas, para que qualquer educador elabore outros jogos a partir dos modelos usados neste trabalho.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

As metodologias ativas têm sido amplamente utilizadas no ensino superior, especialmente nas áreas da saúde, por contribuírem para a formação de profissionais com maior capacidade de resolução de problemas, raciocínio rápido e competência (Leite *et al.*, 2021). Nesse contexto, estratégias como Aprendizagem Baseada em Problemas, Sala de Aula Invertida, Ensino Híbrido e Gamificação também podem ser aplicadas ao ensino médio. Estudos apontam que a diversidade de metodologias e materiais didáticos aumenta o interesse dos alunos pelas ciências, reduzindo rejeição e desmotivação, além de estimular competitividade saudável e vontade de aprender (Bizerra & Villagrà, 2024; Lima, 2012; Albuquerque & Almeida, 2016; Leite, 2018).

A gamificação destaca-se como ferramenta de ensino interativo ao utilizar elementos lúdicos para aproximar o conteúdo da realidade dos estudantes e facilitar a compreensão de conceitos complexos (Machado, 2025; Borelli, 2020). Associado a isso, o Game Design envolve sistemas, regras, desafios, interatividade, feedback e reações emocionais, elementos que favorecem o engajamento e a aprendizagem ativa (Fardo, 2013).

Nessa ótica buscou-se a perspectivas de Paulo Freire e Vygotsky para entender a relação dessa fundamentação didática. Para Paulo Freire, o aluno deve participar ativamente do processo educativo por meio do diálogo e da reflexão crítica, enquanto jogos e tabuleiros podem auxiliar na



compreensão de conteúdos abstratos da biologia molecular (Freire, 1987). Já Lev Vygotsky destaca a aprendizagem como um processo social e interativo, influenciado pelas experiências socioculturais do indivíduo, reforçando a importância da interação, da linguagem e da colaboração no desenvolvimento cognitivo (Vygotsky, 1984; Crivellaro & Santos, 2024).

2. METODOLOGIA

O estudo é de natureza aplicada, com abordagem quali-quantitativa e caráter exploratório, realizado em contexto escolar real, a partir do desenvolvimento e aplicação de um jogo didático voltado ao ensino de biologia molecular. Para a análise dos dados, foi feita análise descritiva dos dados, considerando tanto dados quantitativos (questionários) quanto qualitativos (observações dos participantes). Inicialmente, procedeu-se a uma revisão da literatura vigente, utilizando as palavras-chave “gamificação”, “jogos”, “prática”, “motivação”, “biologia”, “tecnologia”, “médio”, “tabuleiro” e “Vygotsky” na base de dados Google Scholar, no período de 2022 a 2025 (Tabela 1). Essa etapa teve como objetivo identificar trabalhos que abordassem a construção de jogos de tabuleiro com finalidade didática em biologia ou que apresentassem análises aprofundadas relacionadas ao ensino médio, especialmente no que se refere ao engajamento e à motivação dos estudantes. Estudos que não contemplaram tais critérios foram descartados, e os selecionados encontram-se descritos ao longo do trabalho. A partir dessa revisão, desenvolveu-se um jogo de tabuleiro voltado ao ensino dos processos de transcrição do DNA em RNA e de tradução do RNA em proteínas.

No que se refere ao delineamento adotado, o contexto escolar real impôs limitações que inviabilizam a constituição de grupos controle e experimental de forma aleatória. Para mitigar essa ausência de randomização, optou-se pela triangulação de dados quantitativos (questionários) e qualitativos (observações e relatos dos discentes), o que possibilitou a obtenção de uma análise mais consistente e robusta acerca dos impactos da intervenção.



Tabela 1. Artigos selecionados

Artigos	Abordagem	Motivação e engajamento
Sousa, A. C. O. (2022). Gamificação no ensino de biologia: o RPG (Role-Playing Game) como proposta de mediação da aprendizagem no Ensino Médio.	Com o modelo de RPG (Role Playing Game), modelo de fichas.	A escassez de materiais pode ter influenciado na Motivação.
Simao, Crisley Helena (2024). Práticas de gamificação em morfologia vegetal: implicações para o processo de ensino-aprendizagem na licenciatura em biologia.	Entrevistas, questionários, diário de bordo, gravação em áudio e Fotografias.	Análise da gamificação no contexto escolar.
Vasconcelos Filho, R. C. (2023). Bioflash: jogo de tabuleiro para o ensino e aprendizagem de biodiversidade.	Desenvolvimento de jogo.	Observação expressiva na imersão dos alunos.
Alves, R. G., & BRANDT, A. (2023). Gamificação no ensino de ciências: Uma abordagem inovadora para engajar e motivar os alunos. In CONEDU–IX Congresso Nacional de Educação.	Cena de crime em sala de aula por meio de um jogo físico no estilo tabuleiro/RPG.	Identificou melhora no engajamento e motivação.
Porfírio, C. W., Tenório, J. C. S., Castanha, E. R., & Nunes, A. T. (2025). Adaptação e avaliação do Ludo no ensino de Biologia: Biomas Brasileiros. Caderno Pedagógico, 22(9), e17788-e17788.	Adaptação de um jogo do tipo tabuleiro.	Avalia o engajamento do potencial dos jogos didáticos.



Nóbrega, T. F. (2024).
Uma Abordagem Sobre A
Educação Sexual No Ensino
De Biologia Através Do Uso
De Jogos Didáticos
(Bachelor's thesis).

Uso de jogos didáticos
físicos.

Relata que os alunos
engajaram e acharam os
tópicos abordados.

Gottardi, T. R., Martins, J.
D. S. C., Martins, A. N. C. B.,
da Costa Rosa, F., & de
Oliveira, M. S. (2024).
Vivências da residência
pedagógica: uma reflexão
sobre o uso de jogos
didáticos e o ensino de
biologia. *Revista Sociedade
Científica*, 7(1), 3333-3346.

Aplicação de jogos
didáticos.

Tanto o engajamento
quanto a motivação
tiveram resultados
satisfatórios mediante a
consolidação do
conteúdo.

Alves, R. V. (2023). A
Jornada dos Alelos: Impactos
da utilização do RPG como
metodologia ativa-imersiva no
ensino de genética
(Bachelor's thesis).

Utilização do molde de RPG
para a aprendizagem.

O RPG propulsor de
criatividade, raciocínio,
leitura, pesquisa e
pensamento crítico.

Os trabalhos analisados abordam experiências de aplicação em sala de aula, assim possuindo um caráter semelhante desde estudo o qual as análises comportamentais e sociais podem enriquecer o trabalho. Em seguimento, aos trabalhos selecionados com intuito de revisão e análise inclusos apresentaram objetivos semelhantes desde estudo. Deve-se destacar que existe propósito claro em escolher estudos envolvidos no contexto sociocultural brasileiro pois é justamente onde reside o público-alvo e as metodologias de ensino focadas.

Outrossim, faz-se necessário destacar a metodologia central deste estudo, a qual consistiu na aplicação de um formulário via *Google Forms* após a realização do jogo/ atividade. O acesso ao instrumento ocorreu por meio de um *Qr-Code*, disponível aos estudantes para leitura pela câmera dos celulares, com a devida permissão da professora supervisora, direcionando-os automaticamente à página do formulário para o início do preenchimento.

Ressalta-se que a atividade foi realizada mediante autorização da direção escolar e da professora titular da turma, que acompanhou e supervisionou integralmente todos os momentos de aplicação do jogo/ atividade. Ademais, os estudantes tiveram total liberdade para optar pela participação ou não ao longo de todo o processo.

O formulário foi aplicado a todos os alunos participantes durante as duas aulas de implementação da atividade, realizadas nos dias 28/07/2025 e 30/08/2025, ambas conduzidas com



acompanhamento. Destaca-se, ainda, que a aplicação deste trabalho foi organizada no âmbito da disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino II da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

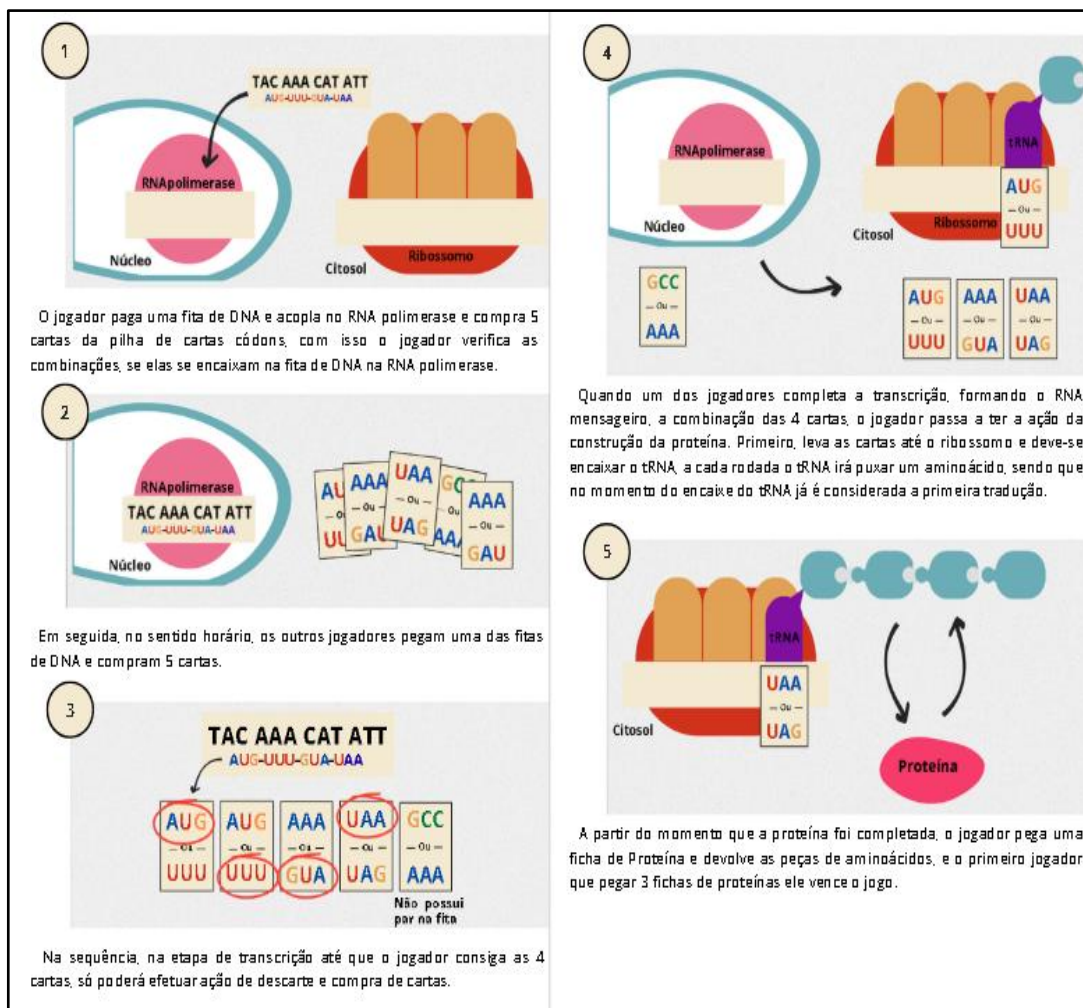
Sobre como jogar: na etapa de transcrição, cada jogador recebe 5 cartas de códons e uma fita de DNA, devendo formar uma fita de mRNA no RNA polimerase a partir da sequência complementar do DNA, respeitando os pares de bases (A-T/U e C-G). Cada fita exige a montagem de 4 códons específicos, representando a formação do RNA mensageiro, que depois é transferido ao ribossomo. Após isso, as cartas utilizadas deixam a mão do jogador e devem ser repostas.

Na etapa de fabricação de proteínas, o jogador leva a fita de mRNA ao ribossomo, organizando os códons nos sítios de ligação do tRNA para realizar a tradução e formar proteínas. O objetivo é completar 3 proteínas para vencer o jogo. Os aminoácidos são representados por peças de quebra-cabeça, enquanto o posicionamento do tRNA indica o progresso dos jogadores. Além disso, cartas especiais de “Parada” podem interromper a construção da proteína do adversário, obrigando-o a descartar as cartas usadas e reiniciar o processo, embora quem utilize essa carta também sofra penalidades no turno.

O primeiro jogador que comeu uma proteína, irá iniciar a partida, paga uma fita de DNA e acopla no RNA polimerase e compra 5 cartas da pilha de cartas códons, com isso o jogador verifica as combinações, se elas se encaixam na fita de DNA na RNA polimerase, como pode ser visto na etapa 1 na Figura 2. Em seguida, no sentido horário, os outros jogadores pegam uma das fitas de DNA e compram 5 cartas, etapa 2. Na sequência, na etapa de transcrição até que o jogador consiga as 4 cartas, só poderá efetuar ação de descarte e compra de cartas.

Partindo das cartas em mãos, os jogadores podem descartar uma a cinco cartas e comprar novamente a mesma quantidade de cartas descartadas até poder completar a fita do DNA. Os jogadores sempre devem manter 5 cartas em mãos. Quando um dos jogadores completa a transcrição, formando o RNA mensageiro, a combinação das 4 cartas, o jogador passa a ter a ação da construção da proteína, ação indicada na etapa 3. Primeiro, leva as cartas até o ribossomo e deve-se encaixar o tRNA, a cada rodada o tRNA irá puxar um aminoácido, sendo que no momento do encaixe do tRNA já é considerada a primeira tradução.

Figura 2. Passo a passo das etapas do jogo



Legenda: Etapas das regras do jogo simplificadas. Criação autoral sem auxílio de IA utilizando a ferramenta do Canva (https://www.canva.com/pt_br/posts-instagram/modelos/)

Atenção! As cartas enviadas para o ribossomo não contam mais com as cartas da sua mão. Ao final da transcrição, a fita de DNA deve ser trocada por uma nova para iniciar a nova transcrição, com isso o jogador deve comprar as 4 cartas restantes para manter as 5 cartas na mão. Nessa etapa, o jogador possuirá ações na transcrição e na fabricação da proteína, sendo assim, a compra de cartas, o encaixe das peças dos aminoácidos e o descarte das cartas. O descarte será sempre a última ação do jogador.



A partir do momento que a proteína foi completada, o jogador pega uma ficha de Proteína e devolve as peças de aminoácidos, como mostra a etapa 5, e o primeiro jogador que pegar 3 fichas de proteínas ele vence o jogo. Se antes do jogador completar a proteína e estiver na vez do oponente, caso ele tenha uma carta de parada, ele pode jogar essa carta o que faz o jogador perder a produção inteira tendo que descartar todas as cartas do ribossomo. Mas se o jogador decidir jogar a carta de parada ele perde todas as ações possíveis no seu turno, e o descarte é obrigatório de 2 cartas no mínimo, a escolha do jogador.

O tabuleiro é organizado para que no centro da mesa sejam colocadas as fitas, as cartas de compra, o espaço para o descarte, as peças dos aminoácidos e a ficha de proteínas, e para cada jogador deve ter consigo a célula (o cartão com o núcleo e o citosol) e o tRNA. Para melhor organizar as ideias foi elaborada uma cartilha e entregue aos alunos que pode ser visualizada no seguinte link <https://doi.org/10.5281/zenodo.16694041>.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos artigos

A utilização de jogos possui vantagens na motivação, engajamento e melhoria na retenção de informações do conteúdo abordado, além de ajudar a desenvolver habilidades relacionadas à interação entre aluno (Alves & Brandt, 2023). Nessa linha, a motivação também está presente na construção dos jogos e durante o jogo, no caso demonstrado por Sousa (2022), partindo da metodologia base de um RPG (Role Playing Game), como as figuras centrais presentes estão entre o antagonismo e coparticipação do “Mestre”, central narrador da história, deve-se sempre avaliar os níveis apresentados. No caso, apresentar um nível de dificuldade semelhante ao do aluno, caso contrário a abordagem não irá fluir e o aluno se sentirá desmotivado não tendo a imersão e muito menos a consolidação do conteúdo. Para assim, o RPG, como outras metodologias de jogos, torna-se uma ferramenta pedagógica para incentivar a pesquisa, criatividade, habilidades de resolução de problemas e a aplicação do conteúdo em sala (Alves, 2023).

Outrossim, independentemente do método ou tipo de jogo é essencial o planejamento da atividade, com teste anteriores e análises da jogabilidade, conteúdo e o público-alvo (Martins, 2024), caso essas métricas não sejam devidamente pontuadas o resultado não será atingido ou será muito aquém do esperado, o que vale para todas as modalidades. Por meio do trabalho de Nóbrega (2024), cuja metodologia focava em métodos de tabuleiro, na abordagem de educação sexual, a prática foi fundamental para a quebra da visão distorcida abordando assuntos pesados de uma maneira mais leve. Assim, os alunos se tornam mais receptivos aos assuntos complexos evitando



barreiras pré-impostas, sendo mais uma vantagem na recepção de assuntos pesados ou que o aluno possua certa dificuldade. Deste modo o jogo visa facilitar a imersão dos alunos. Em concordância, Vasconcelos (2023), em seu trabalho, destacou a imersão dos alunos e seu engajamento no trabalho em equipe estimulando discussões e socialização saudável entre alunos, pontos cruciais para a progressão do jogo. Além do aprendizado, cerca de 90% dos alunos conseguiram associar ao conteúdo e intensificá-lo.

Em sequência, os trabalhos avaliados obtiveram em seus principais achados a aceitação e motivação e engajamento dos alunos, impactos positivos na aprendizagem e a interação entre os alunos (Porfírio, 2025; Vasconcelos, 2023; Sousa, 2022; Martins, 2024; Alves, 2023; Simão, 2024; Nóbrega, 2024). Características que mostraram serem ferramentas de ensino e aprendizagem em associação a teoria, potencializando esse processo. Porém, os mesmos relataram dificuldades dos alunos quanto às regras, necessidade de mediação constante, entre outros conflitos pontuais. Esses aspectos indicam que, embora os jogos didáticos sejam estratégias promissoras para o ensino, sua eficácia depende diretamente de um planejamento pedagógico intencional, da clareza das instruções e da atuação ativa do professor mediador do conhecimento.

Aplicação do jogo

A aplicação do jogo “Fábrica de Proteínas” foi como uma atividade em sala durante o período do estágio, durante o comprimento da disciplina de Estágio supervisionado em Ensino II da Universidade Federal do Espírito Santo, centrado em alunos do Ensino Médio. Nesta aplicação em conjunto com o supervisor, professor titular da escola, com as turmas de 2º ano, com o total de 51 participantes.

Em uma perspectiva geral, no que se refere ao entendimento das regras do jogo, os alunos demonstraram inicialmente a necessidade de explicações pontuais e de esclarecimento de dúvidas simples, as quais variaram de grupo para grupo. Após essa mediação inicial, as dúvidas foram rapidamente sanadas, e os estudantes passaram a conduzir a atividade de forma autônoma, interagindo majoritariamente entre si, especialmente durante a segunda aplicação do jogo. Essa dinâmica evidenciou uma facilidade na compreensão e memorização das regras, bem como nas movimentações e objetivos da proposta lúdica, o que contribuiu para uma maior imersão e fluidez no decorrer da atividade.

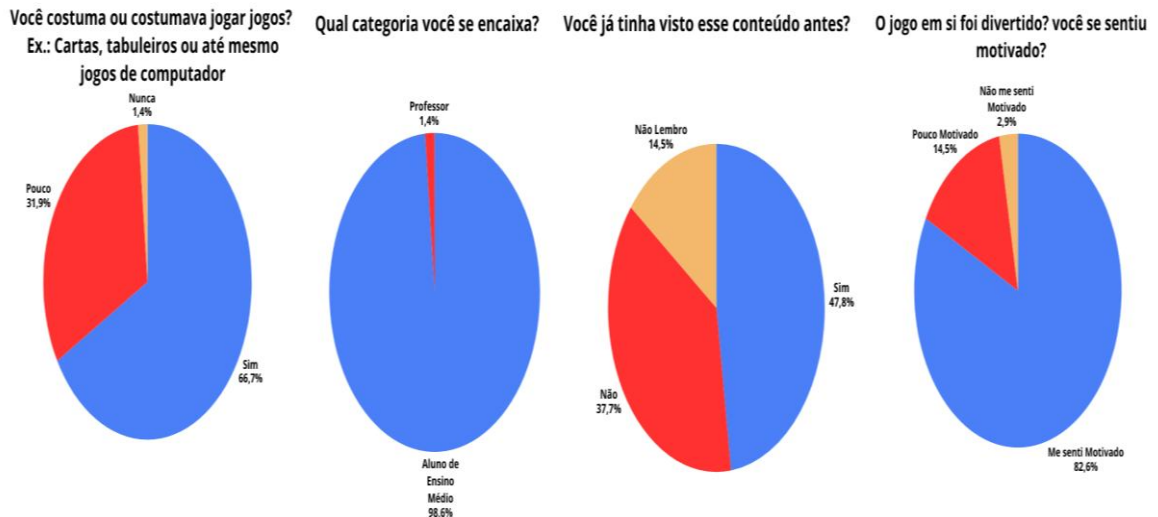


Nas primeiras aplicações do jogo, já foi possível observar o engajamento de parte dos alunos, com variações entre as turmas, algumas demonstrando maior participação que outras. Essa diferença esteve relacionada, em grande parte, à confusão inicial quanto à compreensão das regras na primeira aula. É importante destacar que nem todos os estudantes possuem familiaridade ou inclinação para jogos de tabuleiro, tampouco compreendem prontamente seus objetivos, especialmente quando não percebem uma conexão imediata com o conteúdo curricular. Nesse contexto, alguns alunos relataram dificuldades específicas em compreender a mecânica das cartas que representam os códons do RNA mensageiro, formadas pela combinação de quatro cartas. Essas dificuldades podem estar associadas ao distanciamento temporal em relação ao estudo da transcrição do DNA para RNA e da síntese proteica, além do fato de a atividade ter sido aplicada logo após o recesso do meio do ano, o que contribuiu para o esquecimento parcial do conteúdo.

Outrossim, apesar das dificuldades apresentadas por alguns alunos, foi notório o engajamento da turma e a vontade de jogar, com empolgação e fluidez da jogatina em várias turmas. Devido ao caráter heterogêneo das turmas, alguns grupos não precisavam de muita ajuda para entender o raciocínio do jogo e associar os nomes das peças a conceitos mencionados em aulas passadas, a exemplo dos muitos comentários como “Eu já vi isso de ribossomo?”, e conseguiram conectar aos mecanismos que estavam acontecendo, mesmo que não dominando o assunto por completo. Nessa linha, o jogo pode ser abordado como um conteúdo de fixação ou de introdução sobre o assunto, mas não necessariamente para aprender jogando, pois mesmo o jogo sendo uma simplificação da matéria o nível de complexidade é desafiador para os alunos nas turmas, umas sendo maiores que as outras.

Com isso, foi aplicado um formulário para identificar a funcionalidade do jogo para com os alunos, visando observar se o objetivo foi cumprido, assim o formulário estava organizado em três seções. A primeira seção possuía 3 perguntas relacionadas a motivação, experiências anteriores com jogos e se eles lembravam do conteúdo apresentado, que resultou no gráfico abaixo (Figura 3): Você costuma ou costumava jogar jogos? Ex.: Cartas, tabuleiros ou até mesmo jogos de computador. O jogo em si foi divertido? Você se sentiu motivado? Você já tinha visto esse conteúdo antes?

Figura 3. Seção 1: Motivação, Experiência prévia e Conteúdo aula



Legenda: Perguntas relacionadas a motivação, conhecimento prévio em jogos e sobre o conteúdo abordado de DNA e RNA.

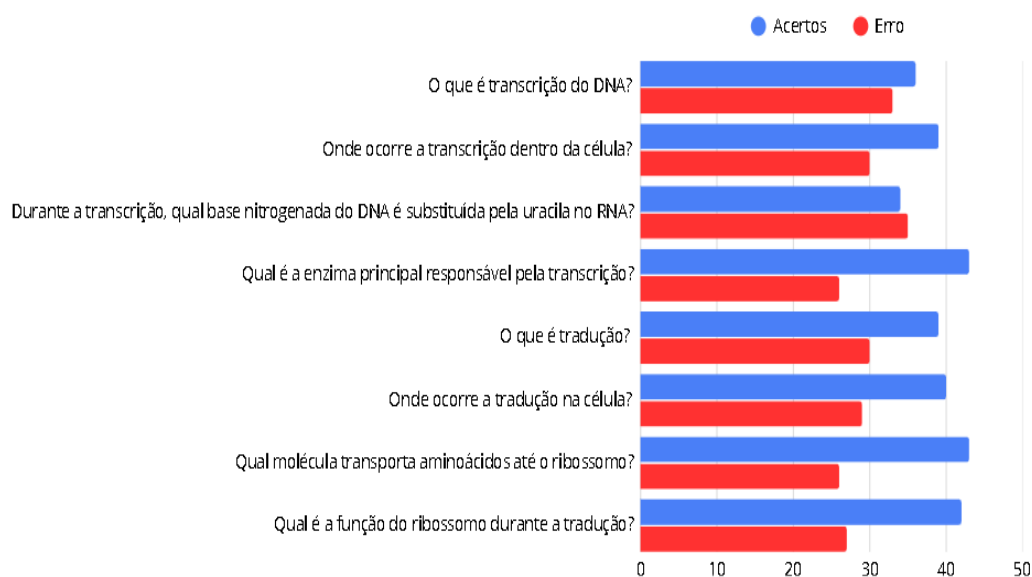
Nesta seção, além dos dados retirados dos próprios alunos, foi notório que sempre nas turmas existia resistência dos alunos em participar da atividade, por muitas vezes questionado se possuía nota ou se iriam ganhar algo ao jogar. É essencial frisar que o jogo não contabilizou para a nota geral dos alunos e nem possuía qualquer premiação envolvida, os alunos participaram por conta de ser uma atividade de aula. Porém a resistência da participação não durou muito e no final independente da vontade inicial, os alunos em grande parte engajaram na atividade, tanto que 43 alunos se sentiram motivados e 6 pouco motivados. Assim, o jogo representou um sucesso no quesito de motivar os alunos com o jogo.

Em paralelo, as perguntas “Você costuma ou costumava jogar jogos? Ex.: Cartas, tabuleiros ou até mesmo jogos de computador” e “Você já tinha visto esse conteúdo antes?” agiram como controle sobre como o jogo poderia e o conteúdo seriam recebidos. Cerca de 46 alunos possuem vivência com jogos, e 36 possuem pouco ou não jogam em seu cotidiano. Para com a segunda pergunta, surpreendentemente 33 alunos afirmaram que já tiveram aula do conteúdo em contraste com a maioria de alunos que afirmaram não terem aula desse assunto, com 26 categorizando com “Não” e 10 não tinham certeza marcaram “Não Lembro”. Com isso, por conta de mais da metade da turma não lembrar da matéria, será possível observar com mais clareza o impacto do jogo no

processo de ensino-aprendizagem. A ausência prévia de familiaridade com o conteúdo por parte de muitos alunos permite avaliar se a metodologia lúdica facilita a compreensão, retenção e o engajamento com o tema proposto, funcionando assim como ferramenta potencial eficaz para o reforço e/ou introdução de novos conhecimentos.

Na segunda seção foram apresentadas perguntas referentes ao conteúdo abordado no jogo sendo perguntas de múltipla escolha, como pode ser observado na figura 4: O que é transcrição do DNA? Onde ocorre a transcrição dentro da célula? Durante a transcrição, qual base nitrogenada do DNA é substituída pela uracila no RNA? Qual é a enzima principal responsável pela transcrição? O que é tradução? Onde ocorre a tradução na célula? Qual molécula transporta aminoácidos até o ribossomo? Qual é a função do ribossomo durante a tradução?

Figura 4. Seção 2: Perguntas relacionadas ao conteúdo



Legenda: Gráfico sobre as perguntas do conteúdo, para avaliar conhecimento médio de conceitos fundamentais que o jogo aborda sobre DNA e RNA.

Com esses dados pode-se notar que a média de acertos está em 57,25% e a mediana é de 57,25%, assim mostrou maior dificuldade de entender a parte das ligações dos nucleotídeos quanto a relação das bases nitrogenadas. No caso, como na proposta por mais que na parte explicativa apresentasse os conceitos das bases, dentro da proposta e jogabilidade a sua representação fosse



por meio de letras. Com isso, os alunos não tiveram um pensamento ativo mediante nesse quesito, ademais nas “fitas” apresentadas possuíam tanto o código do DNA quanto abaixo do RNA mensageiro que os alunos precisavam procurar nas cartas dos códons. Visto que como na jogabilidade existe essa facilidade, esse resultado já era esperado, o que não anula o aumento da dificuldade do jogo posteriormente. Porém a proposta foi bem-sucedida devido ao caráter de entendimento do mecanismo da formação da passagem no núcleo, chegada da mensagem no ribossomo e a construção das proteínas partindo das ligações dos aminoácidos.

Outro ponto importante a ser ressaltado é a média dos acertos, 32 alunos acertaram mais que a metade das perguntas (5 a 8 perguntas) e 12 acertaram todas as perguntas (17,40% dos alunos). Nesta linha, ressalta a importância da complementação para aproximar os alunos dos acertos, porém as habilidades construídas foram mais que suficientes para uns resultados satisfatórios. Neste modo, a abordagem flerta com a “Investigação Temática” mencionada por Paulo Freire (1984) na obra “Pedagogia do Opressor”, que é justo a criação de um ambiente o qual o aluno tenha um domínio para que, com a sua interpretação, note e busque o conhecimento. Neste parágrafo, está no incentivo uma busca no pensar no novo, o qual no caso seria fazer com que os alunos visualizem as “letras” e tentem procurar sua relação com o que está sendo mostrado. Neste quesito, incentivar que o aluno pense de acordo com o material exposto.

Nesta linha, em um contexto dos dias atuais, são habilidades não exploradas com a geração das IAs (Inteligência Artificial), ao utilizar de desenvolver um texto pronto sem pensar ou ler de forma íntegra. Durante as aulas, pode ser observado a massiva utilização de smartphones deixando de participar das aulas e atividade, ou até ao mesmo tempo, o que pode indicar a dependência das redes sociais. Questão relacionada ao desenvolvimento hiperconectividade que busca manter o sujeito conectado a todo tempo gerando lucro através das publicidades presentes mesmo que para o usuário seja gratuito (Lanier, 2018; Vietri, 2019). Durante a aplicação, por mais que a utilização fosse presente de forma não autorizada, a partir do momento do formulário houve dificuldades quanto ao conectar.

Neste cenário, deve-se destacar que a tecnologia não é a vilã, pois a utilização na educação é promissora quando usada de forma “correta”, como Lima (2024) notou a utilização de 75% dos estudantes do buscador Google para estudar e realizar trabalhos. Além disso, as IAs têm se tornado uma ferramenta de aprendizagem no desenvolvimento de modelos educacionais como o realizado por Carvalho (2024) com a criação de quiz e feedback imediato para com o aluno/usuário promovendo uma prática ativa por meio de uma IA generativa. Ademais, os smartphones são utilizados no ensino-aprendizagem por meio de gamificação, beneficiando-se da integração social



do aparelho (Maques, 2022), dito isso, é claro que a problemática central é como essas ferramentas estão sendo usadas.

Na terceira seção está relacionada ao que os alunos acharam dos níveis das perguntas, sendo fácil, na média, pouco difícil ou bem difícil. De acordo com as respostas, pode ser notado que as perguntas estavam na média da atividade proposta, aos alunos que tiveram uma dificuldade a adição de uma introdução do conteúdo ou uma aula de fechamento poderia ter sido o suficiente para nivelar e tirar dúvidas pertinentes sobre o conteúdo em si.

Os resultados foram de acordo com o esperado onde grande parte da turma, 30 alunos acharam que as perguntas estavam de acordo com a atividade aplicada, na média. Porém 27 alunos classificando como um pouco difíceis e bem difíceis, é um número bem expressivo nessa margem, assim uma heterogeneidade dentro da sala de aula. Nesse contexto, mostra a necessidade de levar o conteúdo para o aluno, pois a dificuldade está enraizada na dificuldade de entender as mecânicas e associá-las a matéria. A hipótese dessa afirmativa advém da semelhança presente dos números com a pergunta da seção 1 “Você costuma ou costumava jogar jogos? Ex.: Cartas, tabuleiros ou até mesmo jogos de computador” a qual 46 alunos têm frequente uso jogos, enquanto 23 tem pouco uso ou nenhum. O que reforça a questão da influência da realidade posterior a escola é diferente para cada aluno e sendo assim faz-se necessário aproximá-lo dessas experiências, como foi defendido por Paulo Freire e Vygotsky.

Ademais, dentro destes dados a interseção entre os alunos que afirmaram que não tiveram contato com a matéria antes e os que afirmaram que acreditavam que as questões estavam na média ou fáceis, foram o do total de 60,9% (30 afirmaram está na média e 12 afirmaram estarem fácil). Esse dado demonstra o potencial do ensino e aprendizagem.

Embora, como já mencionado aqui, que a motivação tenha se revelado um aspecto central na experiência, os resultados indicam que os impactos do jogo transcendem a dimensão motivacional. Observou-se que a atividade favoreceu o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como a categorização de conceitos e a retenção do conteúdo trabalhado, além de estimular competências sociais e colaborativas, uma vez que os estudantes precisam respeitar regras coletivas e negociar estratégias de participação. Ademais, o jogo oportunizou momentos de reflexão metacognitiva, na medida em que os erros e acertos funcionaram como feedback imediato, permitindo que cada participante reconhecesse suas próprias dificuldades e avanços. Assim, os benefícios do recurso didático não se limitam ao engajamento, mas alcançam aspectos mais profundos do processo de aprendizagem.

Outra parte da aplicação integra a avaliação de alguns discentes da graduação de 5 no total (1 de farmácia e 4 de biologia sendo um que atua como professor), em foco a avaliação do jogo, e



se aplicariam para ensinar. Com as seguintes perguntas, como pode ser visto na Figura 7: Você costuma ou costumava jogar jogos? Ex.: Cartas, tabuleiros ou até mesmo jogos de computador; Qual categoria você se encaixa? Você aplicaria o jogo como complemento, atividade de fixação ou introdução do conteúdo?

Como pode ser observado todos os discentes aplicariam o jogo no ensino-aprendizagem, principalmente como atividade de fixação do conteúdo. Nesse sentido, surgiram os seguintes comentários dos participantes no formulário:

“E de forma geral, acredito que alguns ajustes para otimizar o tempo também sejam importantes. Não pensei em uma opção para isso e, provavelmente você não deva conseguir pensar de forma imediata, são opções futuras que vão aprimorando o jogo com o passar do tempo.”

“Além disso, embora tenha dado alguns problemas em relação a troca de cartas, acredito que não seja uma má ideia implementar essa opção, porém, é necessário que se crie um limite e estratégias mais elaboradas para a sua utilização.”

“Jogo bastante competitivo e interessante. Como sugestão: Limitar o número de códons de parada em uma única pessoa (a não ser que a única pessoa que esteja construindo a proteína seja ela). Por exemplo: Se duas pessoas estiverem construindo suas proteínas, uma delas já sofreu ação do códon de parada, obrigatoriamente a outra pessoa que é atingida.”

“O jogo é muito interessante e divertido. Inicialmente traz os mesmos desafios de qualquer jogo: entender as regras. Mas vencida essa etapa, a competição leva à atenção contínua ao que está acontecendo e o assunto se torna divertido. Perfeito para fixação do conteúdo!”

A partir das observações obtidas nas aplicações com os alunos e com os discentes, verificou-se a necessidade de otimizar as regras do jogo a fim de reduzir seu tempo de execução, tanto na dinâmica quanto no impacto sobre a carga horária da aula. Nas duas aplicações realizadas, o jogo apresentou duração média entre 30 minutos e 1 hora, configurando-se como um desafio para sua implementação em sala. Para equilibrar os elementos de “sorte” e “estratégia”, sugeriu-se a inclusão da regra de troca de cartas, permitindo que os jogadores negociem as cartas da mão em seu turno, acelerando assim a formação do RNA mensageiro. Recomenda-se, ainda, a análise de outras possíveis alterações nas regras, de modo a adequar a atividade ao tempo disponível no plano de aula, evitando a necessidade de utilização de duas aulas para sua conclusão.

Limitações

Cabe ressaltar que não foram utilizados instrumentos de testes de desempenho padronizados, visto que o objetivo principal não era mensurar rendimento, mas testar a aplicabilidade e a receptividade de um método avaliativo exploratório/ alternativo. A ausência desses



dados estatísticos decorre, sobretudo, da realidade da escola pública, na qual o tempo destinado às disciplinas é limitado e não se mostra viável implementar múltiplos momentos de coleta de dados sem comprometer o calendário pedagógico. Assim, embora reconheçamos que a generalização dos resultados seja restrita, entendemos que o valor deste trabalho se apoia em seu caráter exploratório, ao propor e experimentar um recurso didático no ensino de Ciências, servindo de base para futuras pesquisas em contextos mais amplos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para sintetizar, em relação ao jogo didático proposto “*Fábrica de Proteínas*”, evidenciou o potencial das metodologias lúdicas como instrumentos complementares no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos complexos da Biologia Molecular no Ensino Médio. Embora tenham sido identificadas dificuldades iniciais relacionadas à compreensão das regras, à associação entre a mecânica do jogo e os conceitos científicos envolvidos, bem como à heterogeneidade do perfil das turmas observou-se que tais obstáculos foram progressivamente superados ao longo da atividade por meio da mediação docente e da interação entre os próprios estudantes. Os quais apresentaram níveis expressivos de engajamento, motivação e retenção conceitual, especialmente a assuntos do processo de transcrição, tradução e síntese proteica, porém demonstraram dificuldade aos conteúdos relacionados às ligações entre bases nitrogenadas. Ademais, a experiência do jogo ultrapassou as questões do conteúdo e motivacionais, contribuindo para o incentivo da autonomia, do raciocínio lógico, da resolução de problemas e a aprendizagem colaborativa.

Em conclusão, este trabalho atingiu seus objetivos ao desenvolver um jogo de tabuleiro voltado para alunos do ensino médio, abordando de forma lúdica e acessível os processos de transcrição do DNA em RNA e a formação de proteínas. Um dos pontos fortes da proposta foi a sua viabilidade econômica, já que o material pode ser produzido com baixo custo, utilizando apenas impressões em papel, o que facilita sua aplicação em diferentes contextos escolares. No que diz respeito à motivação e ao engajamento dos alunos, os resultados foram positivos e revelaram um padrão consistente com outros estudos sobre jogos didáticos, que reforçam seu potencial como ferramentas eficazes de ensino-aprendizagem. Nessa perspectiva, os jogos se mostram adequados tanto para introduzir quanto para revisar ou consolidar conteúdos, desde que sejam utilizados como estratégias complementares, e não como métodos isolados de ensino. Contudo, o trabalho também evidenciou desafios logísticos, principalmente relacionados ao tempo disponível e à quantidade



limitada de jogos. Para garantir que todos os alunos participassem ativamente, foram necessárias duas aulas, o que demanda planejamento prévio e maior organização. A limitação do número de jogos (três conjuntos completos, no momento da aplicação) exigiu o revezamento entre grupos, o que pode comprometer o ritmo da atividade. Dessa forma, recomenda-se que futuras aplicações contem com maior número de materiais e sejam preparadas com antecedência, otimizando a experiência dos alunos. Ainda assim, os resultados obtidos confirmam o valor pedagógico do jogo desenvolvido, indicando seu potencial para ser ampliado, adaptado a outros conteúdos e, inclusive, a outras disciplinas.

DECLARAÇÃO

Durante a correção do texto utilizou-se IA para agilizar a correção, além da utilização para a tradução dos resumos em inglês e espanhol do trabalho.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, B. A.; ALMEIDA, E. A. O papel dos recursos didáticos no ensino de Química. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 3., 2016, Natal. **Anais do III CONEDU**. Campina Grande: Realize Editora, 2016.

ALVES, R. V. **A jornada dos alelos**: impactos da utilização do RPG como metodologia ativa-imersiva no ensino de genética. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Cabedelo, Cabedelo, 2023.

ARAÚJO, I. M.; ARAÚJO, R. C. T.; GRÁCIO, M. C. C. Avaliação do aproveitamento do aluno em nefrologia: estudo comparativo entre o método expositivo tradicional e o método de aprendizagem baseado em problemas. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 25, n. 3, 2001.

BERNARDO, J.; PIRES, F.; PESSOA, M. Uma proposta de game design para gamificação educacional estrutural através da criação de histórias. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES), 20., 2021. **Anais Estendidos do Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 638–644. DOI: https://doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2021.19698.

BIZERRA, A. M. C.; VILLAGRÁ, J. A. M. Motivação do estudante do ensino médio para aprender ciências: uma revisão da literatura nacional. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 26, e53083, 2024.

BORELLI, S. **Pirâmide de William Glasser**. 2020. Disponível em: <https://www.borelliacademy.com.br/artigo/piramide-de-willian-glasser>. Acesso em: 6 mar. 2024.

CRIVELLARO, R. E.; SANTOS, F. N. Explorando a importância da linguagem no processo de aprendizagem: perspectivas de Paulo Freire e Lev Vygotsky. **Kiri-Kerê-Pesquisa em Ensino**, v. 1, n. 22, 2024.



CARVALHO, S. A. et al. QUIA: uma ferramenta de suporte ao conhecimento baseada em inteligência artificial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 2024. **Anais [...]**. 2024. p. 1617–1628.

FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **RENOTE**, v. 11, n. 1, 2013. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.41629>

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

GOTTARDI, T. R. et al. Vivências da residência pedagógica: uma reflexão sobre o uso de jogos didáticos e o ensino de biologia. **Revista Sociedade Científica**, v. 7, n. 1, p. 3333–3346, 2024.

LANIER, J. **Dez argumentos para você deletar agora suas redes sociais**. São Paulo: Intrínseca, 2018.

LEITE, B. S. Aprendizagem tecnológica ativa. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 4, n. 3, p. 580–609, 2018. DOI: <https://doi.org/10.20396/riesup.v4i3.8652160>

LEITE, K. N. S. et al. Utilização da metodologia ativa no ensino superior da saúde: revisão integrativa. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 25, n. 2, 2021. DOI: <https://doi.org/10.25110/arqsaude.v25i2.2021.8019>

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 12, n. 136, p. 95–101, 2012.

LIMA, M. R. D.; SILVA, P. H. S. D.; SARTORI, A. T. “A máquina está a serviço de quem?": uma reflexão crítica sobre as tecnologias digitais e a educação. **Texto Livre**, v. 17, e53450, 2024.

MACHADO, R. P. A. C. et al. **A gamificação como metodologia ativa no ensino de Química: uma revisão bibliográfica**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí, 2025.

NÓBREGA, T. F. **Uma abordagem sobre a educação sexual no ensino de biologia através do uso de jogos didáticos**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Licenciatura em Ciências Biológicas), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) - Campus Cabedelo, 2024.

PORFÍRIO, C. W. et al. Adaptação e avaliação do Ludo no ensino de Biologia: biomas brasileiros. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 9, e17788, 2025.

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

SANTOS, A. L. C. et al. Dificuldades apontadas por professores do programa de mestrado profissional em ensino de biologia para o uso de metodologias ativas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 21959–21973, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-386>

SANTOS, V. T. **A utilização das metodologias ativas no ensino de genética e biologia molecular e a realidade do ensino abstrato**. Trabalho de Conclusão de Curso (Ensino de Ciências



da Natureza e Matemática), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE), 2024.

SAYYAH, M. et al. Use of a problem-based learning teaching model for undergraduate education: a systematic review and meta-analysis. **Advances in Medical Education and Practice**, v. 8, p. 691–700, 2017.

SILVA JÚNIOR, O. R. et al. Metodologias ativas no ensino de ciências: a aplicação de atividades em grupo. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, 2018.

SIMÃO, C. H. **Práticas de gamificação em morfologia vegetal**: implicações para o ensino-aprendizagem. 2024. 219f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2024.

SOUSA, Antonio Carleones Oliveira. **Gamificação no ensino de biologia**: o RPG (Role-Playing Game) como proposta de mediação da aprendizagem no Ensino Médio. 2022. 57 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

VASCONCELOS FILHO, Rogério Carvalho. **Bioflash**: jogo de tabuleiro para o ensino e aprendizagem de biodiversidade. 2023. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

VIETRI, M. **Community manager: social media marketing**. 2019.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.