

UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS DIGITAIS TRANSMÍDIA NO ENSINO DE BIOLOGIA MOLECULAR

USO DE MATERIALES DOCENTES DIGITALES TRANSMEDIA EN LA ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA MOLECULAR

Ricardo Salviano dos Santos

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – IFSudeste-MG
ricardo.salviano@ifsudestemg.edu.br

Vitória Biazutti Antunes Ferreira

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – IFSudeste-MG E-mail do
vitoriabaf@hotmail.com

Caio Henrique de Almeida Goulart

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – IFSudeste-MG E-mail do
caioalmeida2805@gmail.com

Carolaine do Carmo de Souza Rodrigues

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – IFSudeste-MG
carolainerodrigues.cr@gmail.com

Bruna Renata Pimenta Taroco

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – IFSudeste-MG
bruna.pimenta@ifsudestemg.edu.br

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo elaborar materiais didáticos transmídia para o ensino de Biologia Molecular e avaliar sua utilização pelos estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas, do IFSudeste-MG, campus Barbacena. Os materiais didáticos produzidos foram videoaulas, e-Book “Biologia Molecular: Slides animados” e Jogos Didáticos Digitais, todos abordando assuntos relacionados à Biologia Molecular. Todos os materiais foram avaliados por estudantes da disciplina de Biologia Molecular no 2º semestre de 2022. Concluiu-se que a utilização destes materiais didáticos no ensino de Biologia Molecular trouxe inúmeros benefícios, possibilitando aprendizagens significativas, estimulando o raciocínio, novas habilidades, interesse, criatividade, pensamento reflexivo e autonomia.

Palavras-chave: ensino de biologia; gamificação; metodologias ativas, TDICs

Eixo temático: 2. Estratégias, materiais e recursos didáticos para o Ensino de Ciências e Biologia.

Modalidade: Produção de materiais didáticos.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue desarrollar materiales didácticos transmedia para la enseñanza de la Biología Molecular y evaluar su uso por parte de estudiantes de pregrado en Ciencias Biológicas, del IFSudeste-MG, campus Barbacena. Los materiales didácticos producidos fueron videoclases, libro electrónico “Biología Molecular: Diapositivas animadas” y Juegos Didácticos Digitales, todos cubriendo temas relacionados con la Biología Molecular. Todos los materiales fueron evaluados por estudiantes de Biología Molecular del 2do semestre de 2022. Se concluyó que el uso de estos materiales didácticos en la enseñanza de la Biología Molecular puede traer numerosos beneficios, posibilitando aprendizajes significativos, estimulando el razonamiento, nuevas habilidades, interés, creatividad, reflexión, pensamiento y autonomía.

Palabras clave: enseñanza de la biología; gamificación; metodologías activas, TDICs.

Eje temático: 2. Estrategias, materiales y recursos didácticos para la Enseñanza de las Ciencias y la Biología.

Modalidad: Producción de materiales didácticos.

INTRODUÇÃO

A Biologia Molecular contempla assuntos que são de grande importância para o entendimento sobre a vida e está ganhando destaque ao longo do tempo, sendo consequência de avanços relacionados à tecnologia e às descobertas que estão sendo realizadas. Esse corpo de conhecimento é praticamente ilimitado e, dessa forma, difícil de ser definido. De uma forma muito simplificada, a Biologia Molecular tem uma base formada pela Biologia Celular, Bioquímica e Genética complementada pela Microbiologia, Imunologia, Citologia e outras áreas. Uma abordagem mais atual possível para a disciplina requer a compreensão sistemática do Dogma Central da Biologia Molecular, onde se determina a existência de um fluxo de informações entre o DNA, o RNA e as proteínas. Assim, a partir do DNA ocorre a síntese de RNA que, por sua vez, é utilizado para a formação de polímeros de aminoácidos, moléculas consideradas unidades fundamentais das células (Alberts *et al.*, 2017). Pode-se perceber que o gene e o genoma estão sempre em evidência. As ações bioquímicas estão implícitas nos conceitos, portanto, a Bioquímica é visceral para o entendimento da Biologia Molecular, especialmente, conceitos de macromoléculas em geral, especialmente a estrutura de proteínas e mecanismo de ação das enzimas.

Relativo ao ambiente escolar, por muitos estudantes o assunto é considerado de difícil compreensão. Assim, existem barreiras que afetam negativamente o processo de ensino-

aprendizagem sobre os conteúdos relacionadas a esta área (Lopes *et al.*, 2023). Na maioria das vezes, os estudantes não possuem acesso a materiais didáticos alternativos, utilizando apenas ferramentas habituais do ensino, a exemplo do livro didático (Lopes *et al.*, 2023).

Em contrapartida, as tecnologias digitais, que estão cada vez mais sendo utilizadas na educação, fornecem possibilidades para aprimorar as formas de ensino-aprendizagem, permitindo aos docentes maior diversidade didática, e aos discentes, mais motivação e interesse, até mesmo por assuntos considerados complexos. Segundo Bezerra *et al.* (2020), é importante acompanhar a evolução tecnológica, uma vez que esta também ocorre na educação, apresentando alternativas que auxiliam na prática pedagógica e na aprendizagem do aluno. Vale destacar que os estudantes da era digital estão cada vez mais interessados em seus aparelhos celulares, e cabe ao professor deixar de insistir em apresentações intermináveis, já que apenas dificultam o aprendizado, visto que os alunos perdem o interesse nesse tipo de abordagem (Alves, 2015). Alves (2018) destaca que “[...] a participação dos computadores na educação possibilita novos métodos, atividades e práticas”. Portanto, verifica-se que a possibilidade de inserção da tecnologia na educação é de suma importância para o desenvolvimento de novas metodologias.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo elaborar um conjunto de materiais didáticos transmídia para o ensino de Biologia Molecular e avaliar sua utilização por estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, sendo estes, videoaulas, e-Book “Biologia Molecular: Slides animados com prof. Ricardo Salviano” e Jogos Didáticos Digitais, todos abordando assuntos relacionados ao Dogma Central da Biologia Molecular assim como as tecnologias do DNA recombinantes.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado como parte integrante do Projeto “Elaboração de Material Didático Transmídia para o ensino de Biologia Molecular (Edital Nº 10/2022) do IF Sudeste MG – Barbacena. A elaboração do conjunto de materiais didáticos digitais deste estudo faz parte da proposta didática do componente curricular Biologia Molecular, ministrada anualmente aos alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, campus Barbacena.

As videoaulas de Biologia Molecular foram gravadas pelo docente responsável pelo componente supracitado, professor Ricardo Salviano dos Santos, efetivo do Instituto Federal do Sudeste-MG, abordando os temas “Introdução à Biologia Molecular”; “Replicação, Reparo e Mutação do DNA”, “Transcrição e Processamento do RNA” e “Tradução do RNA e Controle da Expressão Gênica” e “Tecnologias do DNA Recombinante”. As videoaulas foram gravadas e editadas com auxílio do programa ActivePresenter 8 (versão livre), utilizando como material de apoio slides criados em PowerPoint® Microsoft. Cada tema foi subdividido em vídeos com duração média entre 10 e 25 minutos. Após edição, os vídeos foram agrupados em playlists para cada tema e postados em canal no Youtube.

O E-book “Biologia Molecular: Slides animados com prof. Ricardo Salviano” foi criado abordando os mesmos temas abordados nas videoaulas. Para a construção deste material digital utilizou-se inicialmente os mesmos slides empregados nas videoaulas os quais foram editados com a adição de um Avatar criado através do aplicativo Avatoon® e utilizado como apresentador de conteúdo com linguagem de gênero textual. Conteúdos textuais foram inseridos em formato de balões de fala, contemplados com as explicações dos elementos (figuras, esquemas etc.), de forma resumida e clara, dispostos nos slides. Estes slides animados foram criados em arquivos individuais .pptx para cada tema supracitado assim como organizados em um único arquivo, tipo e-book, em formato .pdf compartilhado.

A criação dos jogos didáticos digitais foi realizada utilizando o plano profissional da plataforma virtual Wordwall®. Foram criados doze (12) games digitais abordando os mesmos temas supracitados anteriormente, de modo que, para cada tema, um ou mais jogos diferentes foram criados. Para que outras pessoas possam acessar os games, foi gerado o link de acesso para cada jogo didático digital, no Wordwall®. Também foram criados links de compartilhamento de recursos, de modo que o game possa ser acessado por outros assinantes da plataforma permitindo-os alteração, compartilhamento, integração em sites próprios ou google Sala de Aula etc. Os jogos didáticos digitais foram configurados de modo que seja necessário inicialmente a identificação do jogador, para que seja liberado o acesso ao game, juntamente com as instruções para a realização destes. Estes links foram hospedados em uma página criada na WEB e podem ser acessados em qualquer smartphone, tablet ou computador.

Para que o material didático digital criado com este trabalho possa, de fato, atender o princípio de colaborar para a melhoria do processo de ensino/aprendizagem da Biologia Molecular foi elaborado um formulário com auxílio do Google Forms para ser utilizado como ferramenta de avaliação. Este formulário, intitulado “Avaliação dos Materiais Didáticos Digitais utilizados na disciplina Biologia Molecular do IFSudeste-MG - Barbacena no 2º semestre de 2022” foi construído em quatro seções, sendo a primeira destinada à identificação, apresentação do objetivo da aplicação do questionário e identificação do estudante que irá responder o questionário. As demais seções contam, cada uma, com doze perguntas destinadas a avaliarem o conjunto de videoaulas, o e-book “Biologia Molecular: Slides animados com prof. Ricardo Salviano” e o conjunto de Jogos Didáticos Digitais. Este questionário foi aplicado na turma do 6º período do curso de Ciências Biológicas no final 2º semestre de 2022 de forma a averiguar o uso dos materiais didáticos digitais para o ensino de Biologia Molecular.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A etapa de criação de videoaulas de Biologia Molecular proposta com este trabalho resultou em vinte e sete vídeos abordando os diversos assunto relacionados à temática proposta. Dentre estes, cinco vídeos sobre Introdução à Biologia Molecular, abordando “Aspectos gerais”, “Estrutura dos Ácidos Nucleicos DNA e RNA”, “Propriedades Químicas dos Ácidos Nucleicos”, “DNA e Cromossomos” e “Estrutura dos cromossomos (nucleossomos)”. Para abordar o assunto “Replicação, Mutação e Reparo do DNA” foram produzidos cinco vídeos, sendo três vídeos sobre “Replicação do DNA”, um vídeo sobre “Mutação do DNA” e um vídeo sobre “Reparo do DNA”. Para o assunto “Transcrição e Processamento do RNA” foram criados dois vídeos sobre “Transcrição” e dois vídeos sobre “Processamento do RNA”, sendo este últimos abordando “Splicing” e “Quepe 5’ – Calda poli(A)”. Para abordar a tradução do RNA foram produzidos três vídeos. Já o controle da expressão gênica foi abordado de forma mais resumida, com a publicação de apenas um vídeo. Já as Tecnologias do DNA recombinante foram abordadas em 9 vídeos, distribuídos em “Panorama Geral”, “Endonucleases de restrição e eletroforese”, “Southern Blotting”, dois vídeos para “Clonagem Molecular”, “Biblioteca de DNA e Expressão de proteínas recombinantes”, “Análise da expressão gênica”, “PCR” e “Sequenciamento de DNA”. As playlists para cada tema podem ser acessadas através dos links disponíveis na tabela 1.

Tabela 1: Links para acesso às videoaulas sobre Biologia Molecular

Tema	Link para acesso à playlist
Introdução à Biologia Molecular	https://youtube.com/playlist?list=PLHIQE71hdwLVdoh3L4mgwBBtCNXzYUur7
Replicação	
Mutação e Reparo do DNA	https://youtube.com/playlist?list=PLHIQE71hdwLWJqCD8qnUhA-Usc0t1xJb
Transcrição e Processamento do RNA	https://youtube.com/playlist?list=PLHIQE71hdwLUACC2E6pL5GpJOE6b6Y3IL
Tradução e Controle da Expressão Gênica	https://youtube.com/playlist?list=PLHIQE71hdwLVt44eXC-Nw2LhwXP5Foha8
Tecnologia do DNA Recombinante	https://youtube.com/playlist?list=PLHIQE71hdwLUL8tBmo9Ffw_HQBHYopNpx

Foram elaborados doze jogos didáticos digitais que dividem-se entre Conceitos Introdutórios, Replicação do DNA, Mutação e Reparo do DNA, Transcrição do RNA, Processamento do RNA, Tradução do RNA, Controle da Expressão Gênica e Tecnologias do DNA Recombinante. Estes jogos foram criados de modo que a realização de atividades sobre a matéria estudada seja mais divertida e motivadora. Na figura 1 pode-se observar o layout de alguns dos games criados.

Figura 1: Layout dos Jogos A) Anagrama; B) Jogo da Forca; C) Labirinto; D) Aviador.



Fonte: Autores.

É interessante destacar que, para cada game, são apresentadas informações sobre a dinâmica para a sua realização. Ao final da execução da atividade, é possível verificar a pontuação adquirida por cada jogador. Ademais, por meio da conta pessoal do administrador do game na plataforma Wordwall®, pode-se obter o ranking de pontuações

entre as pessoas que realizaram os jogos didáticos digitais, além de ser possível averiguar os dados de acertos e erros referentes a cada uma das questões apresentadas. Com isso, torna-se possível verificar as questões que os discentes apresentaram maiores facilidades e dificuldades, gerando, portanto, um feedback para o docente, tornando possível a evidência de um determinado conteúdo identificado como uma maior dificuldade entre os estudantes. Além disso, por meio da conta no Wordwall®, é possível ter acesso à pontuação que cada pessoa obteve ao realizar o jogo didático digital, um recurso que pode ser utilizada por um professor, por exemplo, quando utilizar o game como ferramenta de avaliação.

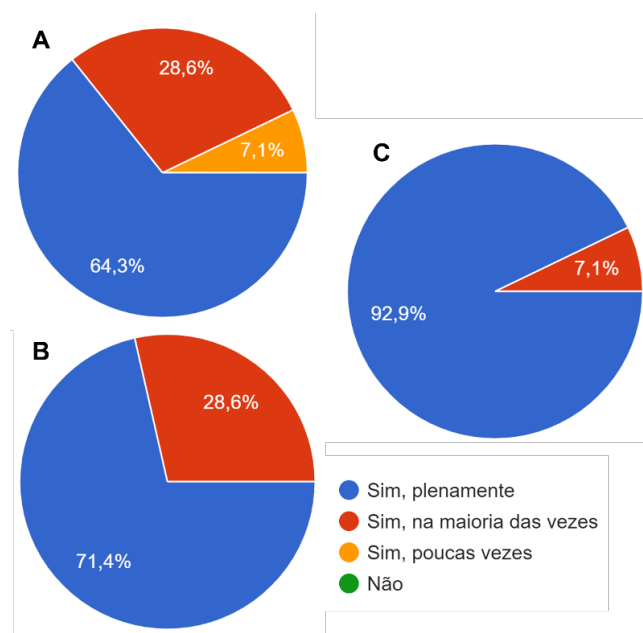
Tabela 2: Links para acesso aos Jogos Didáticos Digitais sobre Biologia Molecular

Tema	Link para acesso à playlist
Game 1 – Verdadeiro ou Falso sobre Biologia Molecular	https://wordwall.net/play/34980/812/430
Game 2 – Anagrama de Biologia Molecular	https://wordwall.net/play/34981/963/663
Game 3 – Quiz Show de Biologia Molecular:	https://wordwall.net/play/35158/764/770
Game 4 – Jogo da Força sobre Replicação do DNA	https://wordwall.net/play/35527/099/809
Game 5 – Combinação: Mutação e Reparo do DNA	https://wordwall.net/play/35809/366/825
Game 6 – Labirinto tipo Pacman: Transcrição	https://wordwall.net/play/36513/624/368
Game 7 – Jogo da Memória – Processamento do RNA	https://wordwall.net/play/36648/227/104
Game 8 – Aviador – Tradução	https://wordwall.net/play/37561/037/701
Game 9 – Show do Milhão – Controle da Expressão Gênica	https://wordwall.net/play/37465/991/198
Game 10 – Labirinto: Tecnologia do DNA recombinante	https://wordwall.net/play/35001/318/229
Game 11 – Cassino – Clonagem e expressão Gênica	https://wordwall.net/play/38065/452/174
Game 12 – Cruzadinha – PCR e Sequenciamento Gênico	https://wordwall.net/play/35621/551/627

A construção de formulário com o intuito de ser utilizado como ferramenta de avaliação, permite averiguar a opinião dos docentes e discentes quanto ao uso dos materiais didáticos construídos no processo de ensino-aprendizagem, apresentando questões que tratam sobre a opinião referente ao acesso, conteúdo e contribuições que a utilização dos materiais proporcionou, por exemplo. Assim, as respostas obtidas ao utilizar esta ferramenta poderão auxiliar na reflexão sobre a manutenção, planejamento ou adequação do uso destes materiais didáticos digitais, de modo que favoreça o processo de ensino-aprendizagem. Neste trabalho, os materiais didáticos digitais produzidos foram avaliados por quatorze estudantes matriculados no componente curricular Biologia Molecular do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, campus Barbacena, ao final do 2º semestre do ano letivo de 2022. A primeira pergunta feita a estes estudantes foi relacionada à frequência da utilização dos materiais didáticos digitais propostos durante a disciplina, a

saber, videoaulas de Biologia Molecular, Slides animados e Jogos didáticos digitais. Os resultados deste questionamento podem ser observados na figura 3. Pode-se perceber que todos os materiais propostos foram utilizados amplamente, com destaque para o uso dos jogos didáticos digitais.

Figura 3: Respostas dos estudantes quando questionados sobre o uso frequente de videoaulas sobre Biologia Molecular (A), Slides animados (B) e Jogos didáticos digitais (C).

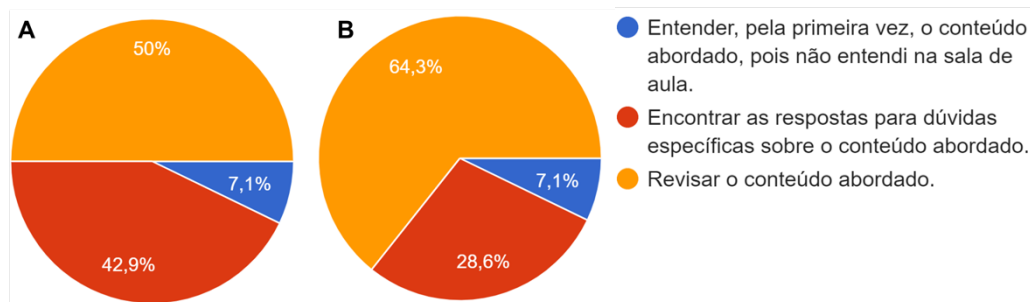


É válido destacar que quando questionados à facilidade de acesso às videoaulas, slides animados e jogos didáticos digitais 100% dos estudantes relataram que os materiais didáticos supracitados foram de fácil acesso. No entanto, relativo aos jogos digitais, alguns estudantes apontaram algumas dificuldades de coordenação motora ou tempo de execução, conforme descritas a seguir: “*Alguns jogos tais como os do estilo pacman são um pouco mais complexos, pois exige coordenação motora que não tenho na maioria das vezes*”; “*Alguns eram muito rápidos*”. Com estes feedbacks dos estudantes é possível ponderar sobre a velocidade proposta para execução dos games e realizar futuras adequações.

Em relação às videoaulas observou-se que todos os estudantes apontaram que a qualidade do áudio e de imagem eram adequadas. Quando questionados sobre o que achavam sobre o tempo de duração médio das videoaulas todos responderam que as mesmas possuem tempo adequado, pois tratam do assunto de forma objetiva e não são cansativas.

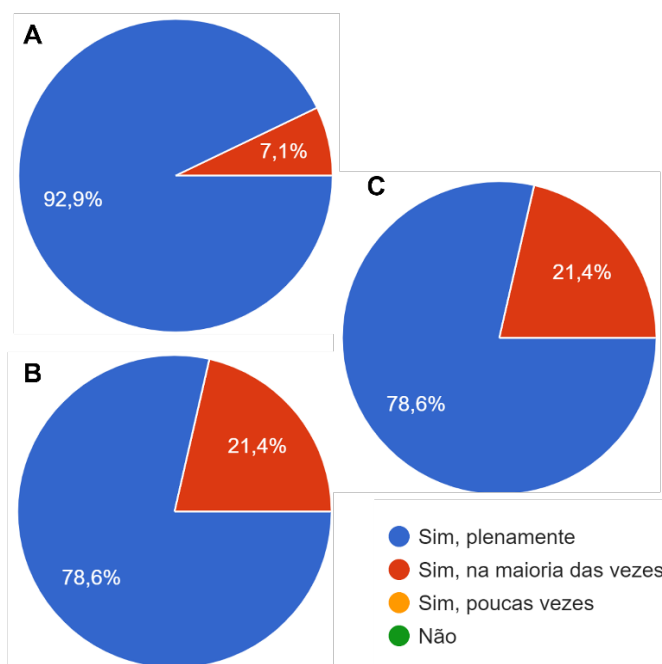
Quando questionados sobre qual seria objetivo, na maioria das vezes, ao assistir às videoaulas de Biologia Molecular ou acessar o e-book “Slides Animados de Biologia Molecular” pode-se perceber algumas respostas diferentes, conforme figura 4.

Figura 4: Respostas dos estudantes quando questionados sobre o uso qual era seu objetivo ao utilizar os as videoaulas de Biologia Molecular (A) e Slides animados (B).



Outra pergunta feita aos estudantes foi relacionada ao processo de ensino-aprendizagem sobre disciplina. Para tanto, os mesmos foram questionados se o uso de videoaulas de Biologia Molecular, Slides animados e Jogos didáticos digitais auxiliaram no processo de ensino-aprendizagem de Biologia Molecular. Os resultados deste questionamento podem ser observados na figura 5. É válido ressaltar que 100% dos estudantes que responderam ao questionário recomendariam à outras pessoas a utilização de todos os materiais didáticos digitais propostos neste estudo para facilitar o processo de ensino-aprendizagem de Biologia Molecular.

Figura 5: Respostas dos estudantes quando questionados se o uso de videoaulas de Biologia Molecular (A), Slides animados (B) e Jogos didáticos digitais (C) auxiliaram no processo de ensino-aprendizagem de Biologia Molecular.



Outro ponto importante ao ser avaliado quando se utiliza um determinado material didático é o quanto o mesmo pode motivar os estudos. Com a aplicação do questionário pode-se perceber que todos os materiais didáticos digitais geraram maior motivação nos estudantes para o estudo da Biologia Molecular. Alguns fatores motivadores relacionados ao uso dos slides animados podem ser observados nos depoimentos feitos pelos estudantes, como, *“Por ser mais dinâmico, facilitou o entendimento, aliado ainda com as vídeo aulas disponibilizadas ficou mais fácil a compreensão da disciplina e consequentemente gerou maior motivação para desenvolver as atividades propostas.”* A partir deste depoimento podemos perceber a importância de atrelar o conceito de transmídia no uso de materiais didáticos digitais, ou seja, um conteúdo transmídia não diz respeito somente a uma forma específica de ministrar determinado conteúdo, mas, sim, a todo o universo no qual ele está contido. Grande motivação também foi observada nos estudantes ao utilizarem os jogos didáticos digitais como ferramenta de ensino-aprendizagem. Em um dos depoimentos foi observado a importância de se quebrar paradigmas de ensino, como aprender de forma divertida um conteúdo de certa complexidade, conforme o seguinte depoimento: *“No meu entendimento, a matéria em si é bem delicada e necessita de muita atenção. Portanto, os jogos fizeram com que aquele momento de tensão fosse quebrado e isso auxiliou no meu aprendizado”*. A ludicidade e competitividade também foram apontadas como fatores motivacionais, conforme o depoimento: *“Por ser lúdico, o game motivou a estudar mais para conseguir uma maior*

pontuação. Motivou ainda buscar o entendimento do conteúdo para conseguir marcar corretamente as respostas dentro da competição e superação individual". Ainda em relação aos jogos didáticos, todos os estudantes responderam que sua experiência quanto a utilização deste material didático foi considerada um momento de diversão com contribuição para o processo de ensino-aprendizagem.

Ante o exposto, cabe destacar que o material produzido com este trabalho é de grande relevância para a contribuição das metodologias de ensino de Biologia Molecular, amplificando o acesso para que os alunos possam desempenhar ativamente as tarefas, fato que normalmente não ocorre em salas de aula convencionais. Em grande parte, as metodologias de ensino permitem que os professores desenvolvam materiais e modelos didáticos de baixo custo, implementando esses métodos na própria sala de aula, o que proporciona agilidade e eficiência ao processo de ensino (MELO; MEDEIROS, 2009). As práticas pedagógicas inovadoras visam facilitar o processo de ensino-aprendizagem e promovem o estímulo e o incentivo dos alunos na compreensão dos conteúdos de Biologia Molecular.

Outro ponto relevante deste trabalho é a importância crucial da divulgação científica dos trabalhos realizados na comunidade escolar. Isso favorece a expansão e atualização das redes de conhecimento dos professores, capacitando-os a contribuir efetivamente para a formação de cidadãos críticos e conscientes. O propósito da divulgação deste trabalho é reduzir as problemáticas inerentes ao processo de ensino-aprendizagem, especialmente no âmbito da Biologia Molecular. Há diversas estratégias didáticas eficazes que o corpo docente pode adotar, otimizando o uso do tempo em sala de aula e, conseqüentemente, facilitando o processo de ensino e aprendizagem. Desse modo, o desenvolvimento de materiais didáticos inovadores também se revela crucial, visando não apenas a compreensão teórica, mas também a aplicação dinâmica dos conceitos de Biologia Molecular, proporcionando aos estudantes uma experiência mais significativa. A divulgação científica não apenas preencherá lacunas existentes na literatura, mas também promoverá um ambiente educacional mais enriquecedor, pois pode ser uma ferramenta auxiliar para os educadores no ensino de conteúdos específicos de Biologia Molecular, auxiliando na seleção da metodologia ou abordagem que mais se adequa à sua realidade de ensino.

CONCLUSÕES

Com os materiais didáticos produzidos neste trabalho espera-se facilitar o ensino-aprendizagem de Biologia Molecular, de modo a oferecer mais recursos didáticos para os docentes, e permitir aos discentes o acesso às tecnologias digitais na educação. Uma boa perspectiva pode ser observada ao avaliar o ponto de vista dos estudantes da disciplina de Biologia Molecular do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFSudeste-MG, campus Barbacena, no segundo semestre do ano 2022. Ademais, a produção dos materiais didáticos digitais deste trabalho pode servir de inspiração para novas pesquisas, com a intenção de promover uma educação que contenha as novidades tecnológicas que a atualidade oferece ao processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ALVES, F. **Gamification - como criar experiências de aprendizagem engajadoras**. 2 ed. São Paulo: DSV, 2015. 174p.
- ALVES, L. M. **Gamificação na Educação: aplicando metodologias de jogos no ambiente educacional**. Joinville: Clube de Autores, 2018. E-book. 99p.
- ALBERTS, B. et al. **Biologia molecular da célula**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- BEZERRA, F. et al. **WORDWALL: FERRAMENTA DIGITAL AUXILIANDO PEDAGOGICAMENTE A DISCIPLINA DE CIÊNCIAS**. Dissertação de Mestrado – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Patos, Polo Livramento. 2020.
- CAVALCANTE, F. N. **DNA-O JOGO DA VIDA: Software educacional como ferramenta para o processo ensino aprendizagem da biologia molecular**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Exatas e Naturais, UERN.
- FARDO, M. L. **A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem**. Renote, v. 11, 2013.

LOPES, W.; NASCIMENTO, R. M. M.; NAHUM, H. M. A abordagem dos conteúdos de Biologia Molecular no Ensino Médio utilizando Metodologias Educativas. **Revista Ensin@ UFMS**, v. 4, n. 8, p. 496-520, 31 dez. 2023.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. **Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios.** Renote, v. 6, 2008.

SILVA, M. F. **Nova proposta didática para o ensino de biologia molecular na educação básica.** 2022. Tese (Doutorado) – UFSC.