

UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS DIGITAIS TRANSMÍDIA NO ENSINO DE BIOLOGIA MOLECULAR

SANTOS, Ricardo Salviano dos¹; FERREIRA, Vitória Biazutti Antunes²; GOULART, Caio Henrique de Almeida³; RODRIGUES, Carolaine do Carmo de Souza⁴; TARÔCO, Bruna Renata Pimenta⁵.

<https://doi.org/10.60035/1678-0795.momentum-v1n22-511>

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 pode trazer inúmeros benefícios, possibilitando aprendizagens significativas, estimulando o raciocínio, novas habilidades, interesse, criatividade, pensamento reflexivo e autonomia.

Palavras-chave: ensino de Biologia; gamificação; TDIC.

ABSTRACT

The aim of this work was to develop transmedia teaching materials for teaching Molecular Biology and evaluate their use by undergraduate students in Biological Sciences, at IFSudeste-MG, Barbacena campus. The teaching materials produced were video classes, e-Book “Molecular Biology: Animated slides” and Digital Didactic Games, all covering subjects related to Molecular Biology. All materials were evaluated by students studying Molecular Biology during the 2nd semester of 2022. It was concluded that the use of these teaching materials in teaching Molecular Biology can bring numerous benefits, enabling significant learning, stimulating reasoning, new skills, interest, creativity, reflective thinking and autonomy.

Keywords: Biology teaching. Gamification. TDIC.

¹ Doutor em Biotecnologia, Mestre em Química, Graduado em Farmácia-Bioquímica e Licenciado em Biologia, Professor Adjunto no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IFSUDESTE-MG), campus Barbacena, Coordenador do Projeto “Elaboração de Material Didático Transmídia para o ensino de Biologia Molecular (Edital Nº 10/2022) do IF Sudeste MG – Barbacena. *E-mail:* ricardo.salviano@ifsudestemg.edu.br

² Estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais (IFSUDESTE-MG) – Campus Barbacena. Bolsista no projeto Projeto “Elaboração de Material Didático Transmídia para o ensino de Biologia Molecular (Edital Nº 10/2022) do IF Sudeste MG – Barbacena. *E-mail:* vitoriabaf@hotmail.com

³ Estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais (IFSUDESTE-MG) – Campus Barbacena. Bolsista no projeto Projeto “Elaboração de Material Didático Transmídia para o ensino de Biologia Molecular (Edital Nº 10/2022) do IF Sudeste MG – Barbacena. *E-mail:* caioalmeida2805@gmail.com

⁴ Estudante do curso de Bacharelado em Agronomia no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais (IFSUDESTE-MG) – Campus Barbacena. Bolsista no projeto Projeto “Elaboração de Material Didático Transmídia para o ensino de Biologia Molecular (Edital Nº 10/2022) do IF Sudeste MG – Barbacena. *E-mail:* deisesilvacarvalho94@gmail.com

⁵ Mestre em Bioquímica e Biologia Molecular, Professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IFSUDESTE-MG), campus Barbacena. *E-mail:* bruna.pimenta@ifsudestemg.edu.br

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 (Zaia; Zaia, 2008 *apud* Cavalcante, 2019), 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, principalmente 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. Na maioria das vezes, os estudantes não possuem acesso a materiais didáticos alternativos, utilizando apenas ferramentas habituais do ensino, a exemplo do livro didático.

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 também 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, p.10) 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*, 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. Também foi objetivo deste trabalho avaliar a utilização dos materiais didáticos supracitados por estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, modalidade presencial, ofertado pelo Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, *campus Barbacena*.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 *Biologia Molecular*

A *Biologia Molecular* está ganhando destaque ao longo do tempo, sendo consequência de avanços relacionados à tecnologia e às descobertas que estão sendo realizadas. É válido esclarecer que a *Biologia Molecular* não se caracteriza como ciência em si própria, mas sim como ferramenta do profissional, disponível para esclarecer, num determinado nível, suas perguntas. A *Biologia Molecular* é, sim, uma disciplina essencial, a qual se apropriou de várias outras disciplinas e técnicas para formar seu corpo. Esse corpo de conhecimento é praticamente ilimitado e, dessa forma, é difícil de ser definido. De uma forma muito simplificada, a *Biologia Molecular* tem uma base formada pela Bioquímica e a 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 (Zaia; Zaia, 2008 apud Cavalcante, 2019), 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, principalmente a estrutura de proteínas e mecanismo de ação das enzimas.

Neste panorama, cabe destacar que o ensino-aprendizagem dos processos de replicação, transcrição e tradução requer um conhecimento teórico e um grau de abstração (Freitas, 2018). Evidentemente, uma abordagem didática e atualizada sobre a *Biologia Molecular* para o seu

processo de ensino-aprendizagem deve ser planejada de forma a proporcionar incrementos e direcionamento em seus estudos. Outra preocupação é entender como os conhecimentos avançaram historicamente até o momento presente. Dessa forma, só é possível compreender o avanço da Biologia atual através do entendimento do passado. Para tanto, torna-se necessária a construção e utilização de recursos didáticos específicos, para serem utilizados no ensino-aprendizagem da Biologia Molecular e compreensão dos conceitos relacionados a esta área, facilitando o entendimento do conteúdo (Silva, 2022).

1.2 Desafios no ensino-aprendizagem de Biologia Molecular

A Biologia Molecular contempla assuntos que, em alguns casos, são difíceis de aprender, uma vez que não são acessíveis aos alunos, devido à própria natureza conceitual. Diante desta realidade, destacam-se temas relacionados ao DNA, à proteína e aos genes, por exemplo (Cid; Neto, 2005 apud Cavalcante, 2019). Assim sendo, percebe-se que a Biologia Molecular abrange conteúdos que apresentam a característica de serem complexos para compreender, pois apresentam vários conceitos, na maioria das vezes, de difícil percepção.

Perante uma realidade na qual as tecnologias estão cada vez mais presentes, a utilização em sala de aula de recursos tradicionais reflete um local monótono para os estudantes (Savi; Ulbricht, 2008). Para tanto, grande parte das instituições de ensino deparam-se com a dificuldade de engajamento dos alunos, sendo que os discentes não encontram motivação e, por consequência, ocorre o prejuízo na aprendizagem. A realidade atual vivenciada pelos estudantes é diferente da utilizada no modelo de ensino-aprendizagem, fato que torna o processo desinteressante (Tolomei, 2017).

Em contrapartida, a implementação da tecnologia, em consonância com pressupostos teóricos claros e coerentes no meio educacional, expressa novas possibilidades para a prática pedagógica (Zandavalli; Pedrosa, 2014 apud Cavalcante, 2019). O aprendizado não está presente apenas nas instituições de ensino, ou seja, os estudantes adquirem conhecimento em outros lugares e em outras situações do cotidiano (Tolomei, 2017). Assim, tendo em vista que as tecnologias estão presentes no cenário social e que a escola é um reflexo do que acontece na sociedade, é inevitável que as tecnologias estejam inseridas no meio educacional. (Pereira, 2016 apud Cavalcante, 2019). Para tanto, torna-se necessário que o docente procure associar a tecnologia à educação para a realização de suas práticas pedagógicas (Sousa; Miota; Carvalho, 2011 apud Cavalcante, 2019).

1.3 O uso de materiais didáticos digitais no ensino-aprendizagem

A utilização de tecnologias digitais no meio escolar é uma alternativa didática para o enriquecimento das aulas, visto que proporciona a alteração da natureza do processo educacional e também da comunicação entre os integrantes. Desta forma, na busca pela contribuição com o processo de ensino-aprendizagem de Biologia Molecular, torna-se inevitável o uso de recursos e conteúdos didáticos digitais transmídia de forma a facilitar a aquisição de conceitos estudados no referido campo de conhecimento, muitas vezes de difícil assimilação por terem um caráter mais abstrato. 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. Esse universo, levando em consideração a complexidade da disciplina de Biologia Molecular, é cheio de elementos de características variadas, que devem ser abordados com diferentes técnicas de ensino e materiais didáticos diversificados, como, por exemplo, videoaulas, slides animados e jogos didáticos digitais.

As videoaulas têm sido cada vez mais incorporadas como ferramentas didáticas tanto em cursos à distância quanto presencias sob a perspectiva da sala de aula invertida (Roza, 2018). Este fato é devido aos benefícios que oferecem para o ensino-aprendizagem, como proporcionar uma maneira flexível de apresentar conteúdo, permitindo que os alunos revisem o material quantas vezes forem necessárias e em seu próprio ritmo (Wahlbrinck, 2020). Além disso, as videoaulas podem enriquecer as aulas presenciais ao introduzir diferentes perspectivas, exemplos práticos e recursos visuais que complementam as explicações dos professores em sala de aula (Roza, 2018). Essa abordagem também pode ajudar a atender às necessidades de diferentes estilos de aprendizagem, tornando o conteúdo mais acessível e envolvente para os alunos. No entanto, é importante que as videoaulas sejam cuidadosamente integradas ao currículo, mantendo um equilíbrio entre o uso desses recursos e as interações entre alunos e professores, que são essenciais para o desenvolvimento de habilidades sociais e colaborativas.

Outro material didático muito utilizado no meio acadêmico são os slides, os quais já são utilizados na educação para alcançar um ensino bem direcionado e aprendizagem efetiva, por meio do visual e conteúdo apresentado (Sbrogio, 2021). Trata-se de uma ferramenta que proporciona a possibilidade de compor apresentações bem didáticas, com um misto de figuras, esquemas, gráficos e textos, que juntos proporcionam uma exposição mais adequada de assuntos e, conseqüentemente, fazem com que o processo de ensino-aprendizagem seja mais eficaz. A disponibilização destes slides aos alunos, a pedido destes, tem como objetivo facilitar os estudos e servir de guia na busca do conhecimento. Porém, na maioria das vezes, estes slides não contam com textos explicativos, mas, sim, um grande leque de figuras, esquemas, imagens

etc. Desta forma, o uso dos slides como forma de revisão de conteúdo só é produtivo se o aluno estiver presente e compreender os conteúdos das aulas.

Por fim, em relação aos jogos didáticos digitais, destaca-se que são ferramentas capazes de alcançar a motivação, atenção dos alunos (Bottentuit Júnior, 2020) e engajamento com o conteúdo teórico (Fadel *et al.*, 2014), pois os jogos tendem a exigir diversos mecanismos do sujeito, como concentração, dedicação e inteligência (Bissolotti; Nogueira; Pereira, 2014). A utilização de jogos educacionais permite que as práticas educativas sejam atrativas e inovadoras, fazendo com que o aprendizado seja mais ativo, dinâmico e motivador (Savi; Ulbricht, 2008). O emprego da gamificação permite experiências educacionais positivas, que ampliam o interesse dos estudantes, fato que, por consequência, influencia de forma positiva no processo de ensino-aprendizagem (Fardo, 2013). Com isso, o uso de jogos educacionais proporciona, dentre outros benefícios, o auxílio no desenvolvimento de habilidades e estratégias. Para tanto, passaram a ser vistos como importantes materiais didáticos (Gros, 2003 apud Savi; Ulbricht, 2008). A gamificação é um recurso que está sendo cada vez mais utilizado no ambiente escolar. Associado a este fato, está expandindo a importância do desenvolvimento de jogos educativos (Vitória; Souza; Andrade, 2018). Ademais, a gamificação permite maior engajamento dos estudantes, uma vez que os motiva ao conhecimento, fazendo com que a aprendizagem seja mais efetiva (Orlandi *et al.*, 2018). Assim sendo, diante de conteúdos considerados complexos, abstratos e de difícil compreensão na Biologia, a utilização de jogos didáticos digitais torna-se uma possibilidade no processo de ensino-aprendizagem (Cavalcante, 2019).

Tendo em vista que a utilização de meios didáticos que proporcionam o aprendizado de maneira interativa e divertida faz com que os discentes tenham mais entusiasmo para aprender, é evidente que tal prática proporciona uma aprendizagem significativa (Campos *et al.*, 2003). Para tanto, a implementação de recursos como videoaulas, slides animados e jogos didáticos digitais para o ensino-aprendizagem de assuntos relacionados à Biologia Molecular torna-se relevante, pois permite que os processos de ensinar e aprender ocorram de maneira mais fácil, tanto para os docentes quanto para os discentes.

2 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.

2.1 Videoaulas

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”, “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.

2.2 “Biologia Molecular: Slides animados com prof. Ricardo Salviano”

O *e-Book* “Biologia Molecular: Slides animados com prof. Ricardo Salviano” foi criado abordando os mesmos temas discutidos 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.

2.3 Jogos Didáticos Digitais

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

necessária inicialmente a identificação do jogador, para que seja liberado o acesso ao game, juntamente com as instruções para a realização deste. Estes links foram hospedados em uma página criada na WEB e podem ser acessados em qualquer smartphone, tablet ou computador.

2.4 Avaliação do Material Didático Digital

Para que o material didático digital criado com este trabalho possa, de fato, atender ao 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 ao 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.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 Videoaulas

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 “Mutações 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 estes 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

Fonte: Autores

Estudos têm demonstrado que a integração de videoaulas no ensino presencial pode aumentar o engajamento dos alunos, promover uma compreensão mais profunda do cont eudo e facilitar a revisão do material. Um estudo realizado por Lee e colaboradores (2018) explorou os efeitos do uso de videoaulas como suporte ao ensino presencial em uma universidade de Hong Kong. Os resultados indicaram que os alunos que assistiram às videoaulas tiveram um desempenho significativamente melhor nas avaliações, em comparação com aqueles que não as assistiram. Além disso, os estudantes relataram maior satisfação com o curso e uma compreensão mais robusta do cont eudo após o uso das videoaulas. O trabalho conduzido por Padilla-Meléndez e colaboradores (2013) examinou o impacto das videoaulas no ensino de matemática em nível universitário, assim como Roza (2018) em nível médio. Em ambos os estudos, os resultados revelaram que os alunos que tiveram acesso às videoaulas demonstraram maior motivação para aprender, além de uma melhoria significativa no desempenho acad mico e na retenção do conhecimento. Esses estudos destacam o potencial das videoaulas como uma ferramenta valiosa para complementar o ensino presencial, proporcionando aos alunos uma oportunidade adicional para revisar o material, reforçar o aprendizado e promover uma compreensão mais profunda dos conceitos apresentados.

3.2 “Biologia Molecular: Slides animados com prof. Ricardo Salviano”

O *E-book* intitulado “[Biologia Molecular: Slides animados com prof. Ricardo Salviano](#)” pode ser acessado clicando no hiperlink do título supracitado.

O material é composto por Capa, Apresenta o, Prefácio, Sumário, Capítulos intitulados: Introdução   Biologia Molecular, Replic o, Mutação e Reparo do DNA,

Transcrição e Processamento do RNA, Expressão Gênica e Controle, Tecnologias do DNA Recombinante e Referências Bibliográficas ao final de cada capítulo. O layout de alguns desses elementos pode ser observado na Figura 1. A Capa é constituída pela logo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Barbacena, título do e-book, autores, edição e ano. Na Apresentação, é evidenciada uma breve exposição sobre o material didático. No Prefácio, são representadas as motivações para o desenvolvimento do material, assim como as expectativas quanto à utilização do e-Book. No Sumário, são apresentadas as divisões do material, com a localização das páginas correspondentes aos conteúdos dos slides.

Figura 1 – Imagens da A) Capa; B) Apresentação; C) Sumário; D) Slide animado do capítulo Replicação do DNA, disponíveis no e-Book “Biologia Molecular: Slides animados com prof. Ricardo Salviano”.



Fonte: Autores

O e-Book contendo slides animados produzido com este trabalho, que também compõe como proposta de material digital transmídia, conta como alternativa à utilização de slides tradicionais pelos alunos como ferramentas de estudos. Este material didático pode ser utilizado como complemento às aulas presenciais ou às videoaulas, de forma a auxiliar os estudantes nos estudos de revisão e até mesmo na compreensão de determinados assuntos que o aluno possa não ter compreendido durante a aula. Sua utilização pode fazer com que os alunos se sintam mais aptos a prestar atenção nas aulas presenciais ou nas videoaulas e que possam compilar um conjunto mais completo de informações passadas nos vídeos e/ou aulas, aumentando a

qualidade da informação anotada que influencia positivamente no processo de aprendizado. Além do mais, quando utilizado como forma de revisão de conteúdo, o aluno conseguirá ler e compreender, de forma autônoma, determinados conteúdos que não foram compreendidos durante a visualização das videoaulas ou em sala de aula presencial.

Além disso, a portabilidade e a praticidade do *e-Book* produzido neste trabalho permitem que os alunos acessem o material de estudo em qualquer lugar e a qualquer momento, facilitando a revisão constante do conteúdo. No entanto, é importante ressaltar que os slides animados aqui produzidos devem ser utilizados de forma complementar, e não como substitutos às referências bibliográficas utilizadas na disciplina para uma compreensão profunda do conteúdo. Os alunos devem se envolver ativamente com o material, fazendo anotações adicionais, realizando pesquisas e participando de discussões para aprofundar sua compreensão.

3.3 Jogos didáticos Digitais

Foram elaborados doze jogos didáticos digitais que se dividem 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, disponíveis para acesso na Tabela 2.

Estes jogos foram criados de modo que a realização de atividades sobre a matéria estudada seja mais divertida e motivadora. Na Figura 2 pode-se observar o layout de alguns dos games criados.

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 – Avião – 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

Fonte: Autores

Figura 2 - Layout dos Jogos A) Anagrama; B) Jogo da Forca; C) Perseguição no Labirinto; D) Aviator.



Fonte: Autores

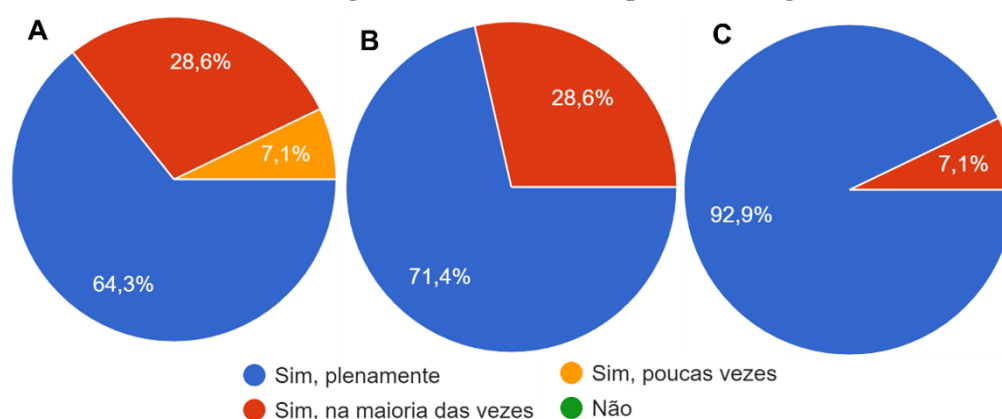
É interessante destacar que, para cada game, são apresentadas informações sobre a dinâmica para a sua realização. Ao final da execução da atividade, é possível verificar a pontuação adquirida por cada jogador. Ademais, por meio da conta pessoal do administrador do game na plataforma *Wordwall*®, pode-se 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 utilizado por um professor, por exemplo, quando utilizar o game como ferramenta de avaliação.

3.4 Avaliação do Material Didático Digital

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, e-Book “Biologia Molecular: Slides animados com prof. Ricardo Salviano” 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 se utilizaram as videoaulas (A), Slides animados (B) e Jogos didáticos digitais (C) durante a disciplina de Biologia Molecular.



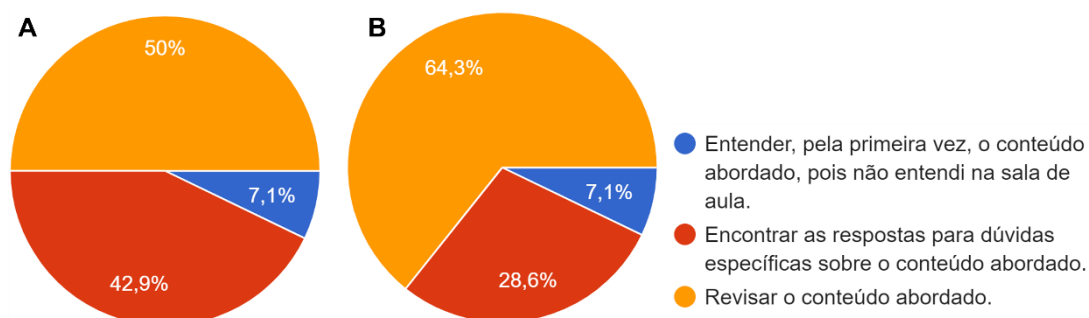
Fonte: Autores

É válido destacar que quando questionados sobre a 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 exigem 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 era adequada. Quando questionados sobre o que achavam sobre o tempo de duração médio das videoaulas, todos responderam que 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 “Biologia Molecular: Slides Animados com prof. Ricardo Salviano”, pode-se perceber diferentes objetivos, conforme Figura 4.

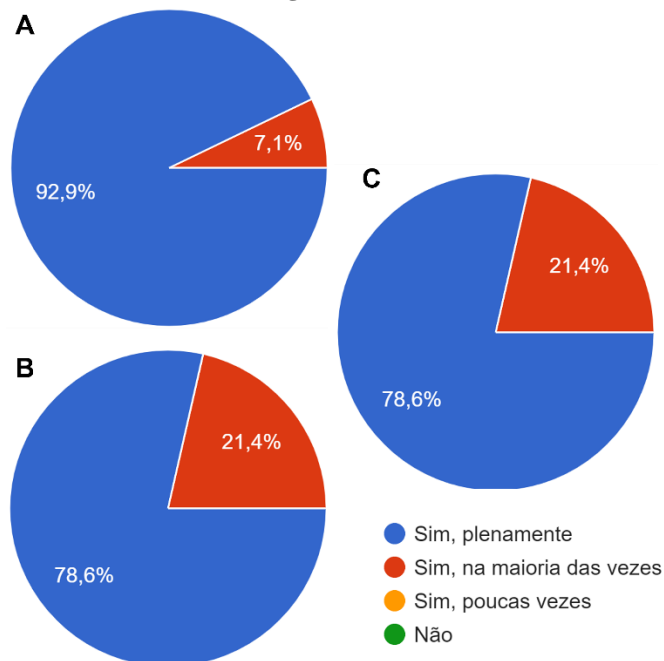
Figura 4 - Respostas dos estudantes quando questionados sobre qual era seu objetivo ao utilizar as videoaulas de Biologia Molecular (A) e Slides animados (B).



Fonte: Autores

Outra pergunta feita aos estudantes foi relacionada ao processo de ensino-aprendizagem sobre disciplina. Para tanto, os alunos foram questionados se o uso de videoaulas de Biologia Molecular, Slides animados e Jogos didáticos digitais auxiliou 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 a 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



Fonte: Autores

Outro ponto importante ao ser avaliado quando se utiliza um determinado material didático é o quanto ele 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 videoaulas disponibilizadas ficou mais fácil a compreensão da disciplina e conseqüentemente 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 observada 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 à utilização deste material didático foi considerada um momento de diversão com contribuição para o processo de ensino-aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

ALBERTS, B. *et al.* **Biologia molecular da célula**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

ALBERTS, B. *et al.* **Biologia molecular da célula**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

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.

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. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/handle/177683/1620>. Acesso em: 21 dez. 2024.

BISSOLOTTI, K.; NOGUEIRA, H. G.; PEREIRA, A. T. C. Potencialidades das mídias sociais e da gamificação na educação a distância. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, 11 p. dez. 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/53511>. Acesso em: 21 dez. 2024.

CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T.M.; FELÍCIO, A.K.C. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Caderno**

dos núcleos de Ensino, v. 47, p. 47-60, 2003. Disponível em:

https://scholar.google.com.br/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=Cr_tjGIAAAAJ&citation_for_view=Cr_tjGIAAAAJ:4DMP91E08xMC. Acesso em: 21 dez. 2024.

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, Universidade Estadual do Rio Grande do Norte – UERN, Rio Grande do Norte, 2019. Disponível em: <https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2021/01/FRANCIVALDO-TCM.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2024.

FADEL, Luciane Maria *et al.* **Gamificação na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. 300 p. Disponível em:

http://www.pgcl.uenf.br/arquivos/gamificacao_na_educacao_011120181605.pdf. Acesso em: 21 dez. 2024.

FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **Renote**, v. 11, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.41629>. Acesso em: 21 dez. 2024.

FREITAS, X. M. S. **Desafios metodológicos para o ensino e aprendizagem do dogma central da Biologia molecular para os alunos do ensino médio**. 2018. Monografia (TCC) – Universidade do Estado do Amazonas, Amazonas, 2018. Disponível em:

<http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/1561> Acesso em: 21 dez. 2024.

JÚNIOR BOTTENTUIT, J. B. Gamificação na educação: revisão sistemática de estudos empíricos disponíveis na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. **Revista Temática**, [S.I.], v. 16, n. 3, p. 285-301. 2020. Disponível em:

<https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/tematica/article/view/50871>. Acesso em: 21 dez. 2024.

LEE, M.J.W.; CHAN, A.; MCLOUGHLIN, C. Students as Producers: The Effects of a Video-Based Pedagogical Approach on Student Learning Experiences and Outcomes. **British Journal of Educational Technology**, v. 49, n. 6, p. 1056-1070, 2018.

ORLANDI, T. R. C. *et al.* Gamificação: uma nova abordagem multimodal para a educação. **Biblios**, n. 70, p. 17-30, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5195/biblios.2018.447>. Acesso em: 21 dez. 2024.

PADILLA-MELÉNDEZ, A.; DEL AGUILA-OBRA, A.R.; GARRIDO-MORENO, A. Perceived Usefulness of e-Learning: Empirical Validation of a Research Model. **Computers & Education**, v. 60, n. 1, p. 224-232, 2013.

ROZA, M. I. **O uso das videoaulas na perspectiva da sala de aula invertida**. 2018. Monografia (TCC) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Novo Hamburgo, 2018. Disponível em:

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/201369/001105937.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 21 dez. 2024.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. **Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios**. **Renote**, v. 6, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.14405>.

SBROGIO, R. O. **Design e ensino-aprendizagem:** entre slides e formação de professores. 2021. Tese (Doutorado em Mídia e Tecnologia) – Universidade Estadual Paulista – Unesp, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/204735>. Acesso em: 21 dez. 2024.

SILVA, M. F. **Nova proposta didática para o ensino de biologia molecular na educação básica.** 2022. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/16284> . Acesso em: 21 dez. 2024.

TOLOMEI, B. V. A gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação. **EAD em foco**, v. 7, n. 2, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.18264/eadf.v7i2.440>. Acesso em: 21 dez. 2024.

VITÓRIA, A. B.; SOUZA, J. Y. K.; ANDRADE, M. B. Amigoácidos: uma proposta lúdica para o ensino de biologia molecular. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL*, 12., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: SBGames, 2018.p 1305-1308.. Disponível em: <https://www.sbgames.org/sbgames2018/files/papers/EducacaoShort/188213.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2024.

WAHLBRINCK, F. **Educação a distância:** o uso de videoaulas como recurso pedagógico. Universidade Federal de Santa Maria. 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/24253>. Acesso em: 21 dez. 2024.