

IMPLEMENTAÇÃO DE RECURSOS TECNOLOGÍCOS NO PROCESSO DE ENSINO- APRENDIZAGEM EM BIOLOGIA MOLECULAR

IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGICAL RESOURCES IN THE TEACHING- LEARNING PROCESS OF MOLECULAR BIOLOGY

Alanne Tenório Nunes^{1*}

Heidge Fukumasu²

¹ Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal da FZEA-USP

² Docente do Departamento de Medicina Veterinária da FZEA-USP

*Autor para correspondência: alanne.nunes@usp.br

RESUMO

Considerando as dificuldades inerentes ao processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Biologia Molecular, metodologias ativas podem ser utilizadas para garantir maior efetividade. Estudos anteriores demonstraram que essas ferramentas são capazes de melhorar o desempenho dos alunos nas mais diversas áreas, uma vez que tornam o aluno protagonista no processo de aprendizagem. Neste sentido, com o objetivo de aprimorar o desempenho dos alunos na disciplina ZMV1482: Biologia Molecular, foi proposta uma atividade complementar alternativa baseada em recursos tecnológicos. A atividade consistiu no desenvolvimento de vídeos curtos em plataformas digitais, abordando o conteúdo da aula anterior e sua aplicação. A apresentação era realizada por grupos de 3 a 4 alunos a cada semana, seguida de uma discussão sobre o tema. Os resultados obtidos foram significativos, com uma média de $7,9 \pm 2,80$ na atividade complementar, a qual impactou a nota final da disciplina, cuja média foi de $7,1 \pm 1,45$. Ademais, após o término do conteúdo da disciplina, foi realizada uma pesquisa de opinião por meio de questionário eletrônico, respondido por 56,5% dos alunos matriculados. Os resultados indicaram que os alunos conseguiram aprender de forma significativa com a metodologia adotada, além de sugerirem que o método foi mais eficaz em comparação com outros formatos de atividade complementar, como seminários. Esses achados corroboram a importância de incentivar metodologias ativas e inovadoras na área de Biologia Molecular, visando melhorar a compreensão dos conceitos ao longo do curso.

Palavras-chave: *Aplicabilidade de Conceitos; Atividade Interativa; Inovação; Metodologias Ativas de Ensino; Plataformas Digitais.*

ABSTRACT

Given the inherent difficulties in the teaching-learning process of Molecular Biology, active methodologies have been developed to ensure greater effectiveness. Prior research has indicated that these tools can enhance student performance across diverse areas, empowering students as protagonists in the learning process. In this regard, to improve students' performance in the subject ZMV1482: Molecular Biology, the implementation of an alternative supplementary activity based on technological resources was proposed. The activity consisted of creating concise videos on digital platforms, covering the matter discussed in the preceding class and its application. Each week, three

to four students undertook these presentations, followed by a discussion of the topic. The results obtained from the proposal were notably significant, with an average score for the complementary activity stood at 7.9 ± 2.80 , which influenced the final course grade, which averaged at 7.1 ± 1.45 . Furthermore, upon completing the course curriculum, an electronic survey was administered to 56.5% of the enrolled students. The results demonstrated that students were able to learn significantly with the proposed methodology and suggest that this approach exhibited superior efficacy compared to other forms of complementary activities, such as seminars. These findings support the notion that active and innovative methodologies should be encouraged in the field of molecular biology to enhance the understanding of the concepts covered throughout the course.

Keywords: *Applicability of Concepts; Interactive Activities; Innovation; Active Teaching Methodologies; Digital Platforms.*

INTRODUÇÃO

A Biologia Molecular é uma Ciência que, por definição, visa compreender, do ponto de vista molecular, as complexas manifestações da biologia clássica. Esta Ciência consiste não apenas em um refinamento da morfologia tridimensional e ultraestrutural, mas também no estudo da interconexão entre essa morfologia, a gênese da informação, suas funções e efeitos (ASTBURY, 1961).

No final do século XX, eventos como o sequenciamento do genoma humano, a terapia gênica e a clonagem de animais ampliaram ainda mais a relevância das tecnologias na área de biologia molecular (LIMA; PINTON; CHAVEZ, 2007). A cada dia, novas ferramentas baseadas em técnicas de Biologia Molecular são disponibilizadas no mercado, incluindo soluções diagnósticas para a saúde humana e animal (CAVALCANTI; LORENA; GOMES, 2008). O desenvolvimento de vacinas em tempo recorde durante a pandemia de COVID-19, assim como os métodos de diagnóstico de padrão ouro, foi possível graças ao conhecimento gerado por essa ciência (OLIVEIRA; ANDOLFATTO; FERRAZ, 2022). Assim, o estudo da biologia molecular tornou-se indispensável em escolas e universidades, sendo fundamental na formação de futuros profissionais das áreas de saúde, agrárias e biológicas.

Porém, dificuldades no processo de ensino-aprendizagem nesta área são relatadas, especialmente no que diz respeito ao desafio de construir uma rede de significados que permita a compreensão de conceitos relacionados ao dogma central da Biologia Molecular (ARRUDA, 2018). Portanto, é necessário que os docentes definam estratégias que visem ao entendimento efetivo do dinamismo e da integração que caracterizam esse campo de conhecimento (FREITAS, 2018). Nesse sentido, pesquisas anteriores sugerem uma “reforma” educacional envolvendo o ensino de Biologia Molecular e suas tecnologias, buscando maior eficiência no processo de ensino-aprendizagem (LIMA; PINTON; CHAVEZ, 2007).

Para isso, torna-se crucial considerar os diferentes estilos de aprendizagem e a contribuição dos sentidos visual, auditivo e tátil neste processo, sendo que em alguns casos há mistura equilibrada ou não desses três sentidos (FERNALD; KELLER, 1921; SALDANHA *et al.*, 2016). Além disso, sabe-se que a inteligência humana abrange diferentes aptidões e que os estilos cognitivos envolvem diferentes formas de perceber, recordar, pensar e resolver problemas (GARDNER, 1994; RAMÍREZ, 2001). Sendo assim, as particularidades associadas ao processo de aprendizagem exigem que as instituições atendam às características individuais no contexto social, por meio da definição de propostas que envolvam diferentes formas de ensino, utilizando tecnologias para garantir o desenvolvimento integral do indivíduo, considerando suas diversas competências e habilidades (BARROS, 2007).

Dentre essas tecnologias, destaca-se a implementação de técnicas de aprendizagem ativa, que visam melhorar o desempenho dos alunos em áreas como ciência, tecnologia e matemática, em comparação ao ensino tradicional (NRC, 2000; SINGER; SMITH, 2013). Essas metodologias partem da premissa de que os

estudantes podem memorizar e responder a questões factuais sem compreender plenamente a relevância ou as interconexões entre os fatos (DOLAN; COLLIN, 2015). Nesse contexto, as atividades complementares desempenham um papel crucial, expandindo o aprendizado para além da sala de aula e promovendo a interdisciplinaridade no currículo (SILVA, 2008). Um exemplo significativo é o uso de vídeos, que, ao processar sinais eletrônicos para transmitir imagens em movimento (COUTO, 2008), podem incentivar a reflexão, aumentar a curiosidade e motivar a exploração de novos temas (MORAN, 1995). Além disso, a tecnologia desempenha um papel central no processo de aprendizagem, ao estimular a percepção, a memória e a atenção. Por meio de estímulos visuais, facilita a visualização de informações, amplia a capacidade de atenção simultânea, melhora a percepção na seleção de dados e utiliza imagens como referências cognitivas (BARROS, 2008).

Em biologia, por exemplo, sabe-se que o conhecimento de todos os conceitos presentes em livro didático quando na educação básica não é necessário, embora alguns conceitos devam ser dominados pelos alunos durante os cursos de graduação, dependendo da área. No entanto, para garantir a compreensão destes conceitos é necessário reconhecer como eles se conectam (NRC, 2000). Dolan e Collins (2015) explicam a dificuldade que os alunos tem em entender as relações entre genes, cromossomos, alelos, DNA, RNA, proteínas, entre outros, sugerindo a necessidade de dispor de alternativas que facilitem o processo de aprendizagem. Além disso, pesquisas anteriores (SPRINGER et al., 1999; BANGERT-DROWNS; HURLEY; WILKINSON, 2004; QUITADAMO; KURTZ, 2007; REYNOLDS *et al.*, 2012; LINTON *et al.*, 2014) sugerem que os alunos aprendem melhor conversando, escrevendo e colaborando, uma vez que esses processos exigem um pensamento de nível superior. Ao implementar propostas que fomentem essas atividades, é possível estimular a metacognição, em que o aluno toma consciência do que entende, direcionando a busca por mais informações para melhorar a compreensão. Não obstante, esse tipo de abordagem permite a inovação, desenvolvimento de soluções, maior engajamento e responsabilidade por suas contribuições (DOLAN; COLLINS, 2015).

Considerar estes conceitos é crucial para garantir a melhoria no processo de ensino-aprendizagem e no desenvolvimento dos alunos ao longo das disciplinas. Com esse objetivo, o presente trabalho propôs a implementação de uma atividade complementar na disciplina de Biologia Molecular, utilizando recursos tecnológicos. A proposta consistiu no desenvolvimento de vídeos pelos alunos, cujo conteúdo deveria demonstrar uma aplicação de conceitos de Biologia Molecular no formato de notícia ou artigo. Assim, buscou-se facilitar o processo de aprendizagem e proporcionar uma compreensão mais aprofundada da aplicação dos conceitos de Biologia Molecular.

OBJETIVOS E MOTIVAÇÃO

O principal objetivo da presente proposta foi avaliar o impacto da implementação de recursos tecnológicos, no formato de vídeo, sobre o processo de aprendizagem e desempenho dos alunos durante a disciplina de Biologia Molecular. Esperava-se que essa atividade permitisse aos alunos compreender a aplicação dos conceitos teóricos abordados ao longo do curso, como o dogma central da biologia molecular, o processo de replicação e reparo de DNA, mutações, bases moleculares da variabilidade genética, epigenética e regulação da expressão gênica. Concomitantemente, buscou-se melhorar o interesse dos alunos ao longo do semestre. Dessa forma, seria possível favorecer o processo de ensino-aprendizagem em detrimento aos métodos tradicionais de avaliação.

As vantagens desse método incluem o fato de que a geração atual de estudantes apresenta grande familiaridade com recursos tecnológicos, os quais podem ser aplicados de forma estratégica para melhorar a eficiência do processo de ensino-aprendizagem. Por outro lado, as limitações do método envolvem a necessidade de que os alunos assumam um papel protagonista neste processo, pois, após orientação pela estagiária PAE (Programa de Aperfeiçoamento de Ensino da USP), os alunos deveriam buscar autonomamente as ferramentas necessárias à execução da atividade complementar proposta. Além disso,

o sucesso da proposta depende não apenas da elaboração do vídeo pelos próprios alunos, mas também da colaboração entre eles durante a discussão. Esse desafio tornou-se ainda maior considerando que a proposta foi implementada no primeiro semestre presencial da turma, que ingressou na universidade durante a pandemia da COVID-19. Portanto, questões associadas à integração entre os alunos tornaram-se ainda mais significativas neste cenário. Ademais, a implementação dessa ferramenta proposta pela estagiária PAE dependeu também da anuência e colaboração do professor responsável pela disciplina para sua implementação.

METODOLOGIA

A disciplina “ZMV1482: Biologia Molecular” foi ministrada aos alunos do terceiro ano do curso de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo. No semestre em que a atividade foi aplicada (1º semestre de 2022), a turma apresentava um total de 47 alunos matriculados. A atividade proposta consistiu no desenvolvimento individual de um vídeo curto (de até 3 minutos). O conteúdo do vídeo deveria incluir uma aplicação no formato de notícia ou artigo do tema discutido na aula anterior à apresentação, sendo tal aplicação escolhida conforme interesse do estudante. Foi sugerido que o vídeo fosse realizado em plataformas digitais, tais como a *Powtoon*®, uma ferramenta gratuita que permite a criação de apresentações animadas e vídeos explicativos por meio de um *software online*. Os vídeos foram apresentados por cerca de 3 a 4 alunos por semana, logo no início da aula, abordando o conteúdo ministrado na semana anterior. Após a apresentação, os principais pontos foram discutidos entre os alunos, com a participação do professor e da estagiária PAE.

Ao final da disciplina, os vídeos foram avaliados para compor 10% da nota final, sendo os outros 90% referentes às médias das notas das provas aplicadas ao longo do curso. Além disso, um questionário foi enviado aos alunos por meio da plataforma *Google Forms*, a fim de avaliar a opinião dos discentes sobre a atividade complementar e sua efetividade como facilitadora do processo de ensino-aprendizagem. O questionário foi precedido de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que detalhava a pesquisa e solicitava o consentimento do estudante para participar de forma anônima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

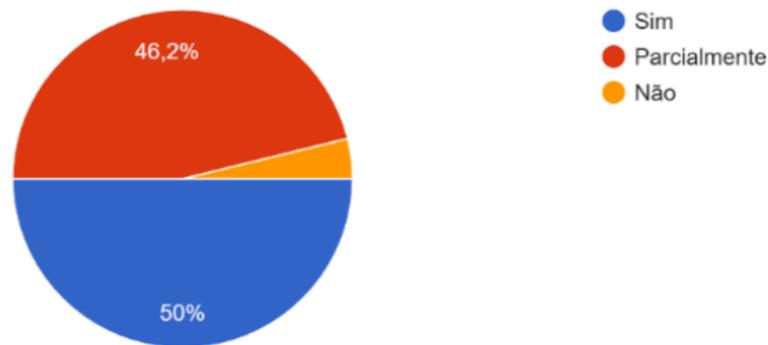
Os resultados obtidos nas apresentações dos vídeos atingiram os objetivos propostos, pois os alunos demonstraram de forma efetiva a aplicação dos conteúdos de Biologia Molecular por meio dos vídeos, que, de maneira geral, apresentaram qualidade superior ao esperado. Em sua maioria, os vídeos começaram com o conteúdo discutido na aula anterior à apresentação, explicando de forma resumida pelo aluno, utilizando animações. Em seguida, o aluno apresentava uma notícia e/ou artigo associado a este conteúdo de forma breve. No total, foram apresentados 42 vídeos ao longo da disciplina, desenvolvidos em diversas plataformas digitais e contendo animações de alta qualidade, incluindo imagens, músicas e outros elementos, como vídeos representando vinhetas de jornal. Após a apresentação, ocorreram discussões sobre o tema, as quais enriqueceram a atividade, permitindo o debate sobre o conteúdo e a aplicação que fora apresentada.

Em relação ao desempenho dos alunos, a nota média na atividade complementar (0 a 10) foi de 7,9 2,80. A nota final da disciplina teve uma média de 7,1 1,45. Apenas 3 alunos não atingiram a média e precisaram realizar uma avaliação final para recuperação da nota. Quanto à pesquisa de opinião dos discentes realizada por meio de questionário eletrônico *Google Forms*, foram obtidas 26 respostas (56,5% do total de alunos matriculados regularmente na disciplina). O resultado do levantamento demonstra que metade dos respondentes considera que a atividade de produção dos vídeos foi facilitadora no processo de aprendizagem, enquanto 46,2% consideram que a atividade colaborou apenas parcialmente para o aprendizado, conforme demonstrado na figura 1.

Figura 1. Opinião quanto ao aprendizado na atividade complementar

Você conseguiu aprender com os conteúdos do seu vídeo e dos colegas?

26 respostas



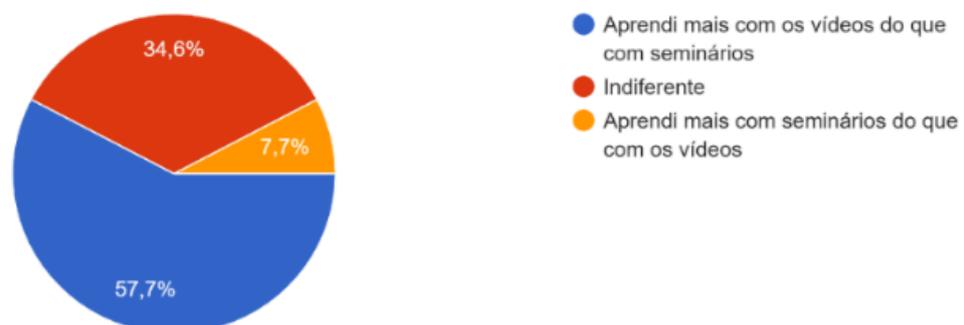
Fonte: Elaborado pelos autores

Além disso, 57,7% dos alunos afirmam ter conseguido aprender mais com a atividade complementar baseada em recursos tecnológicos do que com o método de avaliação no formato de seminários, método comumente utilizado em atividades complementares neste curso em outras disciplinas, com o objetivo de levar a reflexão aprofundada de determinado problema a partir de textos e em equipe (SEVERINO, 2002). Para 34,6% dos respondentes, a atividade no formato de vídeos e de seminários apresentou a mesma relevância no processo de ensino-aprendizagem, enquanto apenas 7,7% dos respondentes consideram o formato de seminários como um facilitador do ensino-aprendizagem em comparação à produção de vídeos, como demonstrado na Figura 2.

Figura 2. Comparação entre a elaboração de vídeos e seminários como atividade complementar

Comparando com a realização prévia de seminários em outras disciplinas, o que você achou de elaborar o vídeo como atividade complementar?

26 respostas



Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados do levantamento realizado para avaliar a opinião dos alunos sobre o aproveitamento da atividade baseada em recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem, juntamente com os resultados das notas finais na disciplina, evidenciam o potencial do uso de vídeos como ferramenta para aprimorar a compreensão dos conceitos teóricos ensinados ao longo da disciplina de Biologia Molecular.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, verificou-se um êxito considerável no processo ensino-aprendizagem na disciplina de Biologia Molecular dentro do curso de graduação em Zootecnia quando aplicadas ferramentas baseadas em recursos tecnológicos. Observou-se que os alunos aprendem de forma eficiente por meio de ferramentas variadas, envolvendo recursos visuais, auditivos, leituras e escritas. Esses achados corroboram com a ideia de que metodologias ativas e inovadoras devem ser encorajadas dentro da área de Biologia Molecular, com foco na aplicação prática de tecnologias para uma melhor compreensão dos conceitos estudados em sala de aula. Isso possibilitará melhorar o desempenho dos alunos ao longo do curso além de impactar positivamente a sua formação profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, H.R. *Análise e contribuições para o ensino de biologia molecular em um município do interior paulista*. Dissertação (Mestrado em Genética Evolutiva e Biologia Molecular), Universidade Federal de São Carlos, 2018.

ASTBURY, W.T. Molecular Biology or Ultrastructural Biology? *Nature*, v. 190, n. 4781, p. 1124–1124, 1961.

BANGERT-DROWNS, R.L.; HURLEY, M.M.; WILKINSON, B. The effects of school-based writing-to-learn interventions on academic achievement: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, v. 74, p. 29–58, 2004.

BARROS, D.M.V. A teoria dos estilos de aprendizagem: convergência com as tecnologias digitais. *Revista SER: Saber, Educação e Reflexão*, Agudos/SP, v. 1, n. 2, 2008.

BARROS, D.M.V. *Tecnologias de la Inteligência: gestión de la competencia pedagógica virtual*. Madrid: Popular, 2007.

CAVALCANTI, M.P.; LORENA, V.M.B.; GOMES, Y.M. Avanços biotecnológicos para o diagnóstico das doenças infecciosas e parasitárias. *Atualização*, v. 37, n. 1, p. 1-14, 2008.

COUTO, H.H.O.M. *Vídeos @ Juventudes. BR – Um estudo sobre vídeos compartilhados por jovens na internet*. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 2008.

DOLAN, E.L.; COLLINS, J.P. We must teach more effectively: here are four ways to get started. *Molecular Biology of the Cell*, v. 26, n. 12, p. 2151-2384, 2015.

FERNALD, G.M.; KELLER, H. The effect of kinaesthetic factors in the development of word recognition in the case of non-readers. *Journal of Educational Research*, v. 4, p. 355-379, 1921.

FREITAS, X.M.S. *Desafios Metodológicos para o Ensino e Aprendizagem do Dogma Central da Biologia Molecular para os Alunos do Ensino Médio*. Monografia (Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade do Estado do Amazonas, 2018.

GARDNER, H. *Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas*. Tradução: Sandra Costa. Porto Alegre: Armed, 1994.

- LIMA, A.C.; PINTON, M.R.G.M.; CHAVES, A.C.L. O entendimento e a imagem de três conceitos: DNA, gene e cromossomo no ensino médio. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - SC, Florianópolis: 2007. *Anais...* Florianópolis: ABRAPEC, 2007.
- LINTON, D.L.; PANGLE, W.M.; WYATT, K.H.; POWELL, K.N.; SHERWOOD, R.E. Identifying key features of effective active learning: the effects of writing and peer discussion. *CBE Life Sciences Education*, v. 13, p. 469–477, 2014.
- MORÁN, J.M. O vídeo na sala de aula. *Comunicação & Educação*, v. 2, p. 27-35, 1995.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School* expanded ed., Washington, DC: National Academies Press, 2000.
- OLIVEIRA, A.S.B.; ANDOLFATTO, D.; FERRAZ, L. O desenvolvimento de vacinas contra COVID-19 no primeiro ano da pandemia: um estudo narrativo. *Revista de Atenção à Saúde*, v. 20, n. 71, 2022.
- RAMÍREZ, E.O.L. *Los procesos cognitivos de la enseñanza y el aprendizaje: el caso de la psicología cognitiva y el aula escolar*. México: Trillas, 2001.
- REYNOLDS, J.A.; THAISS, C.; KATKIN, W.; THOMPSON, R.J. Writing-to-learn in undergraduate science education: a community-based, conceptually driven approach. *CBE Life Sciences Education*, v. 11, p. 17–25, 2012.
- SALDANHA, C.C.; ZAMPRONI, E.C.B.; BATISTA, M.L.A. *Estilos de aprendizagem*. Semana Pedagógica. Governo do estado do Paraná, 2016.
- SEVERINO, A.J. *Metodologia do Trabalho Científico*. 22a ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- SILVA, J.B.A. Percepção dos alunos em relação às atividades complementares no curso de ciências contábeis do Centro Universitário Lasalle – Unilasalle. In: Congresso Brasileiro de Contabilidade, Gramado: 2008. *Anais...* Gramado: CFC, 2008.
- SINGER, S; SMITH, K.A. Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. *Journal of Engineering Education*, v. 102, 468–471, 2013.
- SPRINGER, L.; STANNE, M.E.; DONOVAN, S.S. Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering, and technology: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, v. 69, p. 21–51, 1999.
- QUITADAMO, I.J.; KURTZ, M.J. Learning to improve: using writing to increase critical thinking performance in general education biology. *CBE Life Sciences Education*, v. 6, p. 140–154, 2007.