

Metodologias ativas no Ensino de Biologia Molecular

Luciana Aguilar Aleixo¹

Resumo: Este relato de experiência docente demonstra o potencial da associação de diferentes metodologias na aprendizagem significativa de Biologia Molecular. Metade da disciplina foi lecionada em formato tradicional, antes do início da pandemia por COVID-19, oferecendo conteúdo teórico e embasamento para a realização das atividades colaborativas desenvolvidas durante o ensino remoto emergencial. Estas diferentes metodologias tornaram as aulas dinâmicas, instigando os alunos a pesquisar e elaborar mapas conceituais, apresentações, postagens e vídeos para as mídias sociais, atuando como protagonistas do processo de ensino-aprendizagem. As metodologias diversificadas se mostraram efetivas no contexto do ensino remoto emergencial, conforme resultados obtidos por meio de questionário anônimo preenchido pelos estudantes.

Palavras chave: aprendizagem significativa, atividades colaborativas, debate online, inovação didática, sala de aula invertida.

1 Professora Doutora do Departamento de Ciências Naturais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, lucianaaleixo@uesb.edu.br.

Introdução

Há muito tempo a humanidade busca compreender os princípios da hereditariedade. No século XIX esta foi uma grande incógnita para Charles Darwin, que elucidou o mecanismo evolutivo da seleção natural sem, no entanto, encontrar um modelo plausível de herança (FUTUYMA, 2009). Em outra região da Europa, poucos anos mais tarde, o monge agostiniano Gregor Mendel realizou experimentos meticulosos com ervilhas e por meio de descrições matemáticas elucidou os princípios da herança genética. Apresentou seus resultados à Sociedade de História Natural de Brünn em 1865 e os publicou em alemão em 1866. Entretanto seus trabalhos a princípio não receberam o crédito merecido. Foram redescobertos independentemente em 1900 pelo alemão Correns, o austríaco Tschermak e o holandês Hugo de Vries (ANDRADE; SILVA, 2016). O início do século XX foi marcado por inúmeros estudos genéticos, com destaque para a teoria cromossômica da herança, concluída independentemente por Sutton e Boveri e os subseqüentes experimentos com drosófilas realizados pela equipe de Morgan, que descreveu a herança ligada ao sexo e a ligação gênica (WATSON; BERRY, 2005).

Em 1953 Watson e Crick desvendaram a estrutura em dupla-fita do DNA e em seguida inúmeros experimentos contribuíram para a revolução no campo da Biologia Molecular. A tecnologia do DNA recombinante despontou a partir de então, permitindo a manipulação genética de organismos, com impacto marcante na saúde, agropecuária e evolução (WATSON; BERRY, 2005).

A Biologia Molecular nasceu da junção de Genética, Bioquímica e Biologia Celular. Busca estudar os seres vivos sob a ótica molecular, focando no DNA, RNA e síntese proteica (VITÓRIA *et al.*, 2018). Por se dedicar ao estudo da estrutura, síntese e função de biomoléculas, foca processos microscópicos, que são analisadas indiretamente, o que torna a Biologia Molecular abstrata e por vezes dificulta sua compreensão.

A diversificação de abordagens em sala de aula gera melhorias significativas no ensino-aprendizagem. O maior desafio está em dosar e equilibrar diferentes ações, de modo a obter o máximo de ganhos que cada uma delas pode oferecer (PIVA JR.; CORTELAZZO, 2015). A utilização de metodologias diversificadas pode facilitar a construção do conhecimento, especialmente em assuntos que exigem maior grau de abstração.

Este relato de experiência visa apresentar os resultados obtidos no ensino remoto emergencial (ERE) de Biologia Molecular durante a pandemia por COVID-19, utilizando estratégias metodológicas diversificadas.

Procedimentos Metodológicos

No contexto da pandemia por COVID-19 a Biologia Molecular foi lecionada no curso de Ciências Biológicas por duas professoras. A primeira parte foi trabalhada por uma colega em formato tradicional, com aulas expositivas e práticas. Durante o ERE foi utilizado o pacote G Suíte *for education*, da **Google**, além do **WhatsApp** para orientações rápidas. Visando envolver os estudantes, foram propostas atividades colaborativas, nas quais o discente assume papel ativo, ao passo que o professor atua como mediador, na curadoria de conteúdos (PIMENTEL; CARVALHO, 2020). Dentre as atividades implementadas, três estão descritas na revista *Genética na Escola*, e outras três foram idealizadas pela docente.

A turma de 42 discentes foi dividida em duas e organizada em trios para promover interação e colaboração. Encontros síncronos semanais foram realizados, visando a apresentação das atividades desenvolvidas de forma assíncrona sob orientação da professora.

Resultados e Discussão

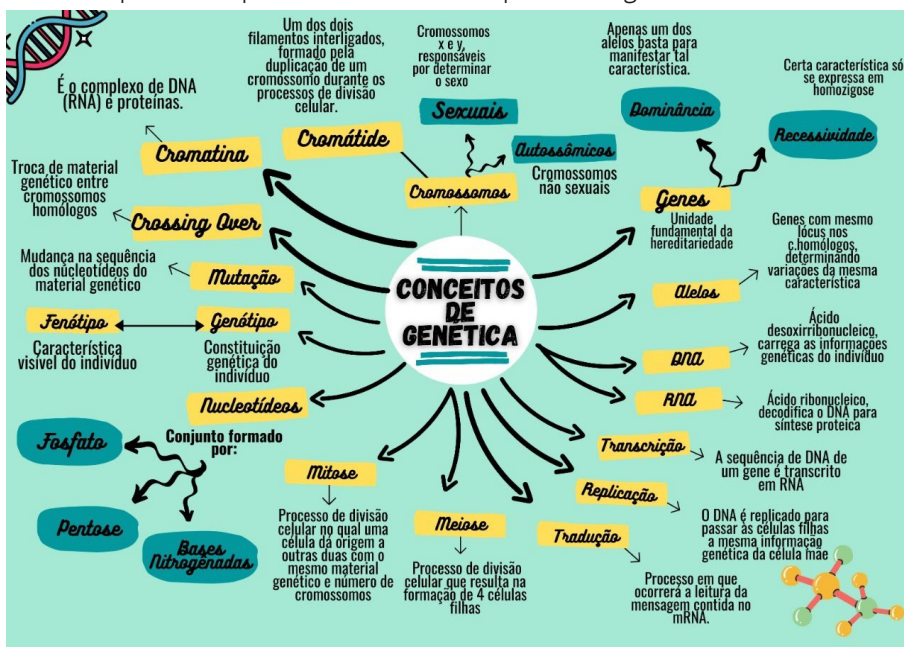
Ao abrir a classe no **Google Classroom** foi anexado um vídeo de boas-vindas aos alunos apresentando a proposta de desenho didático da disciplina no ERE. No primeiro encontro com a turma a proposta foi detalhada, abrindo espaço para questionamentos e tirando dúvidas sobre a metodologia e estratégias didático-pedagógicas que seriam utilizadas. Priorizou-se a sala de aula invertida, que inverte a metodologia de ensino, já que a teoria é apresentada antes dos encontros e as atividades desenvolvidas pelos estudantes são trazidas para dentro da sala de aula. O docente assume o papel de orientador, norteando e incentivando os discentes. Este método está centrado nos estudantes, ao invés de centrar no professor (PIVA JR.; CORTELAZZO, 2015).

A cada semana a docente atribuía uma tarefa para a turma. A primeira atividade, desenvolvida em trio, consistiu na leitura do artigo "Mendel enrolado na dupla-hélice" (MIYAKI *et al.*, 2006), que orienta a construção de um mapa conceitual, com o intuito de revisar e articular os assuntos de Biologia Molecular e de Genética Mendeliana. Esta atividade foi fundamental para revisão de conceitos importantes, já que o semestre teve uma interrupção de sete meses. Foi uma oportunidade de reavaliar a rede de conhecimentos destes temas, estabelecendo relações relevantes entre conceitos. O acompanhamento da atividade e a organização das ideias ocorreu em documento

no *Google Classroom*, no qual o trio elencou os termos e conceitos que iriam incorporar ao mapa conceitual. A docente revisou os trabalhos, apontando incoerências e tirando dúvidas no documento colaborativo e via *WhatsApp*.

Ao utilizar mapas conceituais para integrar, reconciliar e diferenciar conceitos, tem-se uma ferramenta que favorece a aprendizagem. Não se deve esperar do aluno um mapa conceitual correto, pois isso não existe. Ao apresentar o seu mapa o aluno fornece evidências que permitem ao professor avaliar se o mesmo está aprendendo o conteúdo significativamente (MOREIRA, 2010). No encontro síncrono cada trio apresentou seu mapa conceitual, favorecendo a troca de experiências e a integração de conceitos abstratos fundamentais na Biologia Molecular. A Figura 01 apresenta o mapa produzido por um dos trios.

Figura 01: Mapa conceitual articulando conceitos de Biologia Molecular e Genética Mendeliana, produzido por três alunos da disciplina Biologia Molecular durante o ERE.



A segunda estratégia metodológica utilizada foi a dramatização da peça "O julgamento da Mutação" (SILVA *et al.*, 2013). Cada turma, composta por 21 alunos, realizou uma encenação. Uma semana antes a professora disponibilizou a tabela com o nome dos personagens para que os discentes escolhessem seu papel. A encenação é atrativa e favorece o raciocínio e

discussão de situações envolvendo conceitos biológicos, promovendo a compreensão de conceitos complexos (PEIXOTO, 2017).

A atividade foi envolvente, pois os discentes se caracterizaram com fantasias e maquiagem, incorporando os personagens e interagindo de acordo com o enredo do artigo. Os autores destacam esta dramatização como uma alternativa metodológica prazerosa, que favorece a sensibilização dos discentes para o papel das mutações, como vilãs, ao causarem patologias, ou mocinhas, essenciais para a Evolução. No contexto de afastamento social, ao ser realizada em uma reunião virtual, a peça teve o importante papel de aproximar a turma, favorecendo a cumplicidade e a sensação de pertencimento à disciplina. Após a apresentação discutiu-se a importância das mutações.

A terceira estratégia metodológica utilizada foi o debate do filme GATTACA, assistido em momento assíncrono pela turma, que recebeu um **folder** produzido por Almeida e colaboradores (2018), com o intuito de elucidar a finalidade do filme no contexto da disciplina, facilitando a compreensão do tema, descomplicando o assunto e apresentando conceitos-alvo a serem debatidos. O **folder** despertou curiosidade e interesse nos discentes, suscitando a reflexão acerca de determinismo genético, eugenia, manipulação genética e Bioética.

Ao destacar a importância das ferramentas moleculares e análises genéticas no cotidiano da sociedade, este debate foi ponto de partida para duas outras atividades desenvolvidas na disciplina, relacionadas a técnicas moleculares e seu emprego. Antes do debate a turma interagiu construindo uma nuvem de palavras no **Mentimeter**, relacionando conceitos de Genética e Biologia Molecular ao filme GATTACA (Figura 02). Esta atividade visou atrair a atenção dos alunos dando indício das questões que mais chamaram a atenção no filme. O debate foi oportuno para a reflexão acerca de temáticas como Bioética, equívocos da eugenia e do determinismo genético. Foi suscitada a reflexão acerca do genocídio ocorrido na segunda guerra mundial e da intolerância de diversas naturezas vivenciada atualmente, seja de raça, religião, orientação sexual ou política. Esta abordagem interdisciplinar favorece a integração do conteúdo de Biologia Molecular com as experiências dos discentes, mobilizando habilidades atitudinais e favorecendo a compreensão de seu papel social. Almeida e colaboradores (2018) destacam que "esses problemas não podem ser ignorados e devem ser trabalhados nas escolas, sob um ponto de vista biológico, ético e social [...] contribuindo para promover a tolerância e o respeito dentro da diversidade".

Figura 02: Nuvem de palavras produzida pela turma relacionando Genética e Biologia Molecular ao filme GATTACA.



A diversificação dos recursos didáticos tem grande importância no processo de ensino-aprendizagem, agregando qualidade e estímulo ao senso crítico dos alunos, possibilitando ganho no processo educativo, não somente para o aluno, mas também para o professor, já que o recurso se torna um novo aliado em suas aulas (NICOLA; PANIZ, 2016).

Para abordar recombinação em bactérias, tema que não havia sido introduzido nas aulas presenciais, a docente gravou uma aula teórica apresentando os processos de conjugação, transformação e transdução. Antes do encontro os discentes assistiram à aula e pesquisaram o tema. Durante o encontro os 21 alunos de cada turma foram divididos em três grupos, que abordaram um dos três processos de recombinação. Um arquivo do *Google* apresentações foi disponibilizado para cada grupo produzir sua apresentação colaborativa. Os alunos organizaram os *slides* e apresentaram para a turma, trazendo detalhes do processo e sua importância biotecnológica.

No encontro síncrono seguinte a docente ministrou aula teórica com noções de Engenharia Genética e tópicos atuais em Biologia Molecular, seguida por retirada de dúvidas. Os conceitos e técnicas foram abordados pelos alunos nas atividades colaborativas subsequentes. A quinta atividade desenvolvida foi a produção de vídeos curtos a serem veiculados no *Instagram*, com descrição de técnicas moleculares e sua aplicação.

Os temas abordados pelos trios foram: Clonagem, Transformação genética de plantas, Transgenia, Eletroforese, RFLP, Southern blot, PCR e PCR em

Tempo Real, Sequenciamento automático, SNPs, Genômica comparativa, Metagenômica, Microarrays, Proteômica e CRISPR. Cada equipe realizou uma pesquisa colaborativa e a professora revisou os textos produzidos, indicando aspectos que poderiam ser melhor explorados para a produção dos vídeos. Os discentes utilizaram o trabalho como base para a elaboração do roteiro do vídeo. A professora avaliou os roteiros e os vídeos foram produzidos e apresentados para a turma. Juntos professora e alunos sugeriram modificações visando melhorar a qualidade dos vídeos para sua veiculação, socializando as principais técnicas moleculares de interesse na saúde, agropecuária e em estudos evolutivos.

A última atividade desenvolvida foi a escolha de técnicas moleculares pelos trios para a elaboração de "**Posts**" de divulgação científica para o **Instagram**. As equipes pesquisaram e utilizaram o trabalho para a elaboração de um texto curto e informativo associado a imagens que serão veiculadas na mídia social, contribuindo para a popularização da ciência.

Os temas selecionados foram "Transgenia e organismos geneticamente modificados (OGM)", "Transgênicos na agricultura", "A tecnologia do DNA recombinante no tratamento do Diabetes mellitus", "A biotecnologia como instrumento de prevenção de doenças", "Fatores que conferem proteção natural contra a infecção pelo HIV", "Ação de anticorpos e registro de anticorpos monoclonais", "Xenotransplante", "Contribuições da PCR na ciência forense", "Genética forense na identificação de criminosos", "Técnica de edição de genes (CRISPR)", "Biotecnologia aplicada ao desenvolvimento de vacinas", "Vacinas de RNA", "Produção de Plástico Biodegradável a partir de Microalgas" e "Biotecnologia Azul". Os trios tiveram liberdade para escolher os temas a serem abordados nesta atividade e quando estes se sobrepunham, a docente preferiu mantê-los, direcionando para enfoques diferentes e complementares.

Após a realização das atividades a turma foi convidada a responder a um questionário anônimo avaliando as estratégias metodológicas utilizadas no ERE de Biologia Molecular. Do total de 42 estudantes, 40 responderam ao questionário; nenhuma pergunta era obrigatória. A diversidade de metodologias utilizadas foi avaliada como excelente por 62,5 % dos discentes, ao passo que 35% a consideraram boa e um aluno regular. 60% preferiram essa abordagem ao invés da metodologia tradicional, e 40% preferem que haja um balanço entre aulas expositivas, avaliações tradicionais e atividades colaborativas como as realizadas no ERE. Nenhum aluno preferiu somente a metodologia tradicional.

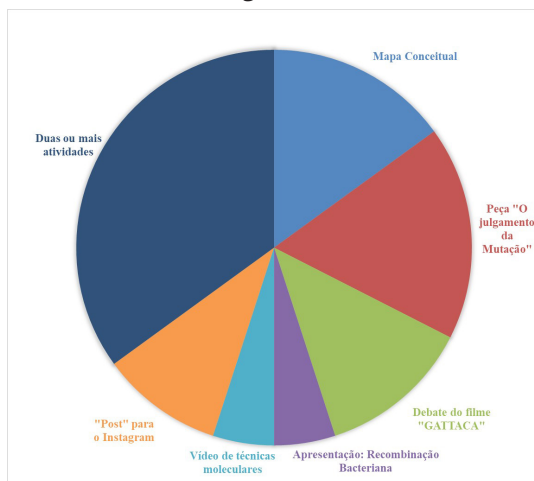
Segundo 64,1% todos os alunos do trio contribuíram igualmente na execução das atividades colaborativas. Para 33,3% houve desbalanço entre

os membros da equipe, com alguns trabalhando muito e outros pouco. Apenas um aluno indicou haver um colega “folgado” que não contribuiu nas atividades. Nenhum dos alunos informou ter “carregado o grupo nas costas”, indicando que as equipes de fato atuaram colaborativamente.

A maioria dos discentes considerou que as aulas teóricas ministradas presencialmente na primeira unidade foram essenciais para os resultados alcançados no ERE. Apenas 15% consideraram que aquelas aulas foram dispensáveis. Ao perguntar se os discentes sentiram falta de mais aulas teóricas ministradas pela professora durante o ERE para a melhor compreensão do conteúdo, um aluno afirmou que sim, em todas as atividades, 30% disseram que sim em algumas atividades, 22,5% afirmaram não sentir muita falta, mas que seria o ideal e 45% consideraram que mais aulas teóricas não fizeram falta e que nossos debates já atenderam às demandas.

Quando questionados sobre qual das atividades mais gostaram os discentes se dividiram. Seis gostaram mais da elaboração do mapa conceitual, sete preferiram a dramatização “O julgamento da Mutação”, cinco gostaram mais da discussão suscitada pelo filme GATTACA, dois preferiram a apresentação de “Recombinação em Bactérias”, dois preferiram a elaboração do vídeo sobre técnicas moleculares e quatro preferiram criar o “*Post* para o *Instagram*”. A maioria não conseguiu se decidir por uma ou outra atividade, indicando duas ou mais (Figura 03). Um aluno fez a seguinte afirmação: “Filme GATTACA, a nossa peça sobre a mutação e a recombinação bacteriana. Mas em todas eu consegui compreender muito bem o conteúdo, pois foram aplicadas de formas muito leve.” Outro comentou: “Gostei de todas as discussões, tudo foi muito criativo e tivemos a oportunidade de participar de tudo”.

Figura 03: Atividades preferidas pelos discentes durante o Ensino Remoto Emergencial de Biologia Molecular.



A maioria da turma considerou que os trabalhos em grupo foram efetivos no aprendizado dos conteúdos, mas alguns comentários merecem reflexão. Dois alunos consideraram que apesar de aprenderem o tema abordado por seu grupo, não houve tempo suficiente para se apropriar dos conteúdos abordados por outros grupos. Outro aluno sentiu falta de maior aprofundamento no conteúdo. E um quarto afirmou não ter conseguido produzir bem em grupo, o que gerou estresse. Apesar destes comentários não traduzirem o sentimento de toda a turma, é importante que se pense em alternativas para minimizar as deficiências levantadas, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais efetivo na construção do conhecimento.

Considerações Finais

A associação de diferentes estratégias metodológicas no ensino de Biologia Molecular demonstrou-se efetiva e proporcionou dinamismo e envolvimento dos discentes, que atuaram ativamente no processo de ensino-aprendizagem. Apesar de inovadoras, estas estratégias não substituem as aulas teóricas, mas integram-se a elas proporcionando a apropriação do conhecimento por parte dos alunos.

O retorno positivo obtido a partir do questionário permite a conclusão de que a diversidade de estratégias metodológicas empregadas foi efetiva na aprendizagem significativa deste conteúdo abstrato, atual e tão importante dentro das Ciências Biológicas.

As metodologias ativas se apresentam como importantes ferramentas que buscam superar o ensino tradicional ao proporcionar um aprendizado significativo, de forma instigante e prazerosa. No contexto do ERE a inovação didática é ainda mais importante, favorecendo o envolvimento dos discentes nas atividades e promovendo dinamismo na construção do conhecimento.

Agradecimentos e Apoios

Agradeço aos alunos de Biologia molecular da UESB *campus* de Vitória da Conquista pela dedicação e envolvimento com as atividades propostas.

Referências

ALMEIDA, T. G.; MELICIANO, N. V.; COLATRELI, O. P. Uso do filme GATTACA para ensinar e discutir genética. **Genética na Escola**, v. 13, n. 2, 2018. p. 124 – 131.

ANDRADE, L. A. B.; SILVA, E. P. Mendel e seus abismos. **Genética na Escola**, v. 11, n. 2, Sup., 2016. p. 234 – 243.

FUTUYMA, D.J. **Biologia Evolutiva**. Ribeirão Preto: Funpec. 3 ed. 2009. 830 p.

MIYAKI, C. I.; *et al.* Mendel enrolado na dupla-hélice. **Revista Genética na Escola**, v. 1, n. , 2006. p. 67 – 71.

SILVA, G. K.; *et al.* O julgamento da mutação. **Genética na Escola**, v. 8, n. 1, 2013. p. 43 – 57.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. 1. ed. São Paulo: Centauro Editora, 2010. v. 1. 80p.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de Biologia. **Infor, Inovação e Formação**, São Paulo, v. 2, n. 1, 2016. p.355-381.

PEIXOTO, M. A. N. A encenação teatral como metodologia no ensino de Biologia Molecular. **Revista Brasileira de Educação Básica**, v. 1, n. 2, 2017. p. 39 - 48.

PIMENTEL, M.; CARVALHO, F. S. P. Princípios da Educação Online: para sua aula não ficar massiva nem maçante! **SBC Horizontes**, maio 2020. <<http://horizontes.sbc.org.br/index.php/2020/05/principios-educacao-online/>>. Acesso em: 07 out. 2020.

PIVA JR., D.; CORTELAZZO, A. Sala de aula invertida, ambientes de aprendizagem e educação online: a junção de três métodos para potencialização do ensino de algoritmos. **Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação** (CBIE 2015). P. 1271 – 1280.

VITÓRIA, A. B.; SOUZA, J. Y. K.; ANDRADE, M. B. Amigoácidos: uma proposta lúdica para o ensino de Biologia Molecular. **Proceedings of SBGames**, Foz do Iguaçu, v. 8, 2018. p. 1305-1308.

WATSON, J.; BERRY, A. **DNA: o segredo da vida**. São Paulo, Companhia das Letras, 2005. 470 p.