ISSN: 2358-8829

MODELANDO: "DO DNA À PROTEÍNA"

Andreza Gama de Menezes Cardoso [1]
Luciana Medeiros Bertini [2]

INTRODUÇÃO

Os conteúdos de Biologia Molecular estão inseridos dentro do ensino do componente curricular na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) e na maioria das vezes, o aluno fica diante de conceitos abstratos, que não são palpáveis, "por exemplo, conceitos de Ácido Desoxirribonucleico (DNA), proteína ou gene, escapam a um acesso sensorial direto dos alunos, ou seja, seu dia a dia" (PCNEM, 2000, p. 60).

A Biologia Molecular estuda os mecanismos pelos quais os genes controlam o desenvolvimento, o crescimento e a fisiologia dos organismos, isto é, a expressão gênica. Para manter a vida, as células do organismo devem armazenar, recuperar e traduzir instruções genéticas, que determinam as características da espécie e do indivíduo (Alberts et al., 2017).

Esse mecanismo de controle das células inclui a síntese de proteínas. Nas células, as proteínas compreendem componentes estruturais, como a membrana plasmática, as enzimas que catalisam reações químicas e ainda moléculas de sinalização celular (Griffiths et al., 2016). As proteínas são responsáveis em determinar as propriedades de um organismo, uma vez que participam dos fatores de regulação da expressão gênica.

O fluxo de informação entre as moléculas de DNA, RNA e proteína é o fundamento da Biologia Molecular, tal fluxo é denominado Dogma Central da Biologia Molecular. Compreender conceitos relativos dessa área, no Ensino Médio é importante porque dialoga com as outras áreas da Biologia, além de ser a porta de entrada para que

[1] Mestre em Ensino de Biologia – PROFBIO (Universidade do Estado do Rio Grande do Norte) – RN, andrezagama@hotmail.com.

[2] Doutora em Química pela UFC. Professora efetiva do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do IFRN - campus Apodi. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO - UERN/UFERSA/IFRN) e do Programa de Pós-Graduação em Ensino (RENOEN), pólo IFRN, luciana.bertini@ifrn.edu.br.

os estudantes dominem assuntos mais complexos (Freitas; Maciel-Cabral, 2020; Silva, 2020). Ainda contribui para a análise e tomada de decisão frente a temas que envolvam ciência, tecnologia e sociedade (Silva, 2022).

Entretanto, o ensino-aprendizagem do Dogma Central da Biologia Molecular é um desafio no Ensino Médio. A dificuldade na compreensão da temática, deve-se à complexidade dos processos que a envolve e do alto grau de abstração que exige dos estudantes (Gregório; Oliveira; Matos, 2016; Freitas; Maciel-Cabral; Silva, 2020). Para superar o desafio, é preciso desenvolver estratégias que facilitem o ensino e aprendizagem, como identificar as diferentes formas de aprender do estudante e adaptar as metodologias para uma aprendizagem relevante (Freitas; Maciel-Cabral; Silva, 2020).

Neste trabalho dentre as metodologias ativas, se destaca a aprendizagem baseada em problemas (ABP), onde o aluno é colocado de frente com uma situação-problema que conecta o conteúdo com contexto em que ele vive. Para Ribeiro (2008), a ABP surge como uma alternativa para a construção do conhecimento, por tratar-se de uma metodologia de ensino e aprendizagem em que um problema é utilizado como início de discussão de um conceito ou conteúdo, com direcionamento do professor daquilo que é produzido pelos alunos em pequenos grupos, motivando-os a pesquisar.

Tendo em vista que na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), aponta como objetivo de aprendizagem para a 1ª série do Ensino Médio, "entender o mecanismo de duplicação do DNA, a síntese proteica e a regulação da expressão gênica para compreender o metabolismo celular e posicionar-se nos avanços do conhecimento biológico" (Brasil, 2018). Essa sequência didática foi proposta utilizando a Aprendizagem baseada em problemas a partir da construção de um modelo didático sobre os processos de transcrição e tradução gênica com os alunos da 1ª série do Ensino Médio. E teve como objetivos específicos: construir um modelo didático da "Síntese da cadeia de beta-globina humana" e a partir dele compreender o processo de síntese de proteínas (do gene à proteína); reconhecer os processos de transcrição e tradução e sua importância; conhecer o código genético e sua relação com os aminoácidos e entender como alterações da expressão gênica podem estar relacionadas com diversos mecanismos de doença, como as doenças metabólicas hereditárias (Anemia Falciforme). A aula expositiva inicial e o levantamento de conhecimentos prévios serviram como organizadores prévios para que a modelagem fizesse sentido.

ISSN: 2358-8829

METODOLOGIA

A Sequência Didática intitulada "Modelando: Do DNA à proteína" foi desenvolvida em 3 aulas de 50 minutos cada. A proposta foi iniciada através de uma problematização a partir da construção de um modelo didático sobre transcrição e tradução gênica desenvolvida na Escola Estadual Diran Ramos do Amaral em Mossoró/RN, com a 1ª série do Ensino Médio do turno vespertino contendo 30 alunos. A análise foi puramente qualitativa baseada na observação e nos roteiros entregues pelos grupos.

A sequência didática teve início com aula dialogada e expositiva sobre os processos de transcrição e tradução, ao mesmo tempo que se fez um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos através de perguntas norteadoras sobre conceitos relacionados ao Dogma Central Molecular. Em seguida, os alunos receberam um texto sobre a Doença Falciforme – Hemoglobinopatia (Anexo 1) e assistiram a um vídeo que se tratava da doença (Link do vídeo: https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2022/06/12/na-luta-para-salvar-a-filha-de-uma-doenca-grave-casal-reata-apos-separacao.g). Com esses recursos, os alunos foram apresentados ao contexto, permitindo que eles se sentissem engajados e motivados para compreender os detalhes do assunto, ao mesmo tempo em que valoriza o papel da genética e da biologia molecular no contexto da saúde humana, despertando o interesse pela temática, trazendo um assunto relacionado ao Dogma Central da Biologia Molecular. Para a reflexão dos alunos, foi lançado o questionamento: Qual a relação dos processos de transcrição e tradução com a doença falciforme?

Na segunda aula, houve a apresentação de uma situação – problema aos alunos para análise, formulação de hipóteses, resultados e discussões.

ISSN: 2358-8829

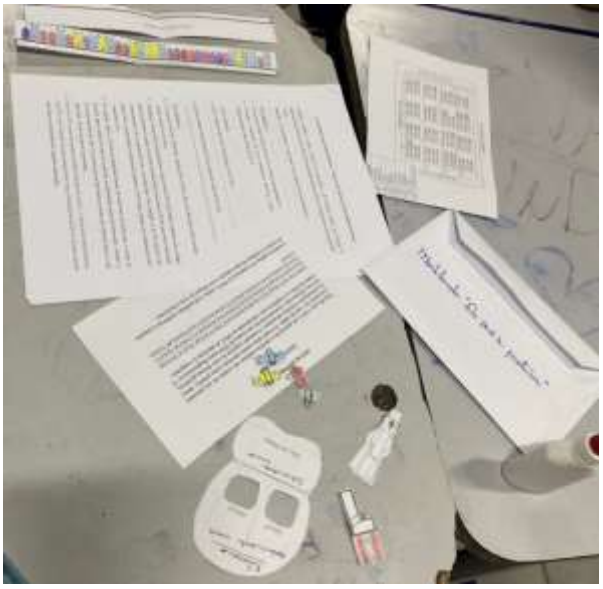
Situação – problema

"Imaginem que vocês são pesquisadores em um laboratório dedicado ao estudo das doenças hereditárias. Um dia, a família procurou a sua equipe desesperada, pois duas gerações dessa família tinham sido afetadas pela anemia falciforme, uma doença com grande impacto na qualidade de vida dos pacientes.

Eles buscam entender melhor as causas e o funcionamento dessa doença para buscar o melhor tratamento. O seu desafio é explicar para essa família, como a mutação genética relacionada à anemia falciforme está intimamente ligada ao processo de transcrição."

Após esse primeiro momento, a turma foi dividida em 5 grupos de 6 alunos para a construção do modelo didático sobre a "Síntese da cadeia de beta-globina humana". Na bancada de cada grupo estava um envelope contendo todo material recortado, cola, mini clipes, roteiro com as orientações para a montagem do modelo didático, código genético e as situações - problemas para serem solucionadas.

Figura 1: Materiais para a construção do modelo didático

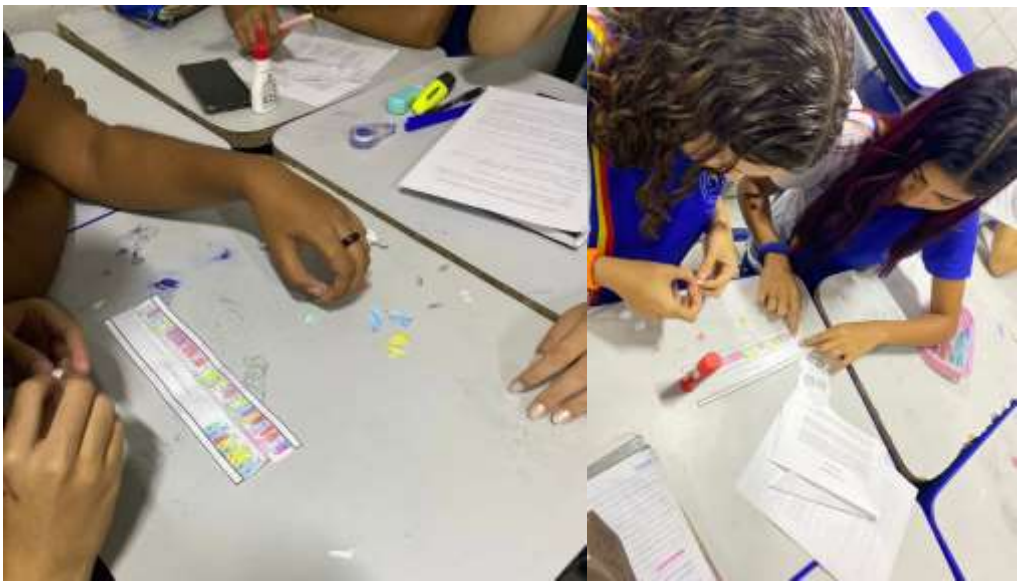


Fonte: Autoria própria, 2023.

Os alunos em seu respectivo grupo dividiram as etapas para a modelagem da transcrição gênica. Seguindo as orientações que foi disponibilizada em cada bancada.

ISSN: 2358-8829

Figura 2: Modelagem da transcrição gênica



Fonte: Autoria própria, 2023.

Dando continuidade a construção do modelo didático, os alunos foram para o procedimento 2, com a modelagem da tradução gênica. Em seguida, eles seguiram para a resolução de 2 questões-problemas com base no modelo didático construído.

Figura 3: Modelagem da tradução gênica

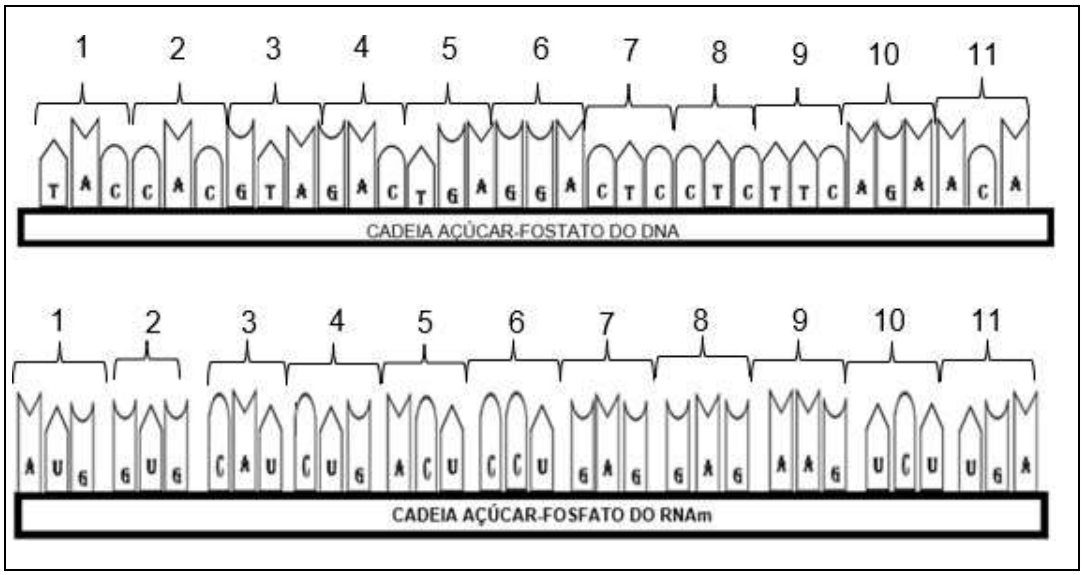


Fonte: Autoria própria, 2023.

ISSN: 2358-8829

Problematização com base no modelo didático construído

Observe a cadeia de DNA e de RNAm:



Consulte a tabela com o código genético e responda:

1. O que acontece quando na trinca 6 da cadeia de DNA, o nucleotídeo A é substituído por T?

_____

_____

_____

2. O que acontece quando na trinca 7 da cadeia do DNA, o nucleotídeo T é substituído A? E o que ocasiona?

_____

_____

_____

_____

Para o fechamento da sequência didática, na terceira aula os alunos receberam e solucionaram um estudo de caso envolvendo anemia falciforme. Ao final da aula, houve a formação de uma roda de conversa, como uma oportunidade de discussão e troca de

informações entre os grupos, como forma de comunicarem as respostas obtidas e confrontar com as hipóteses anotadas para a resolução do estudo de caso apresentado.

Situação – problema: Estudo de caso

Suponha que você é um geneticista e precisa analisar um exame de um paciente com menos de 1 ano de idade. No laudo dele consta sintomas como palidez, dores nas articulações e feridas nas pernas. A pediatra suspeita de uma doença genética, a anemia falciforme, por isso solicitou que o paciente fizesse um exame do DNA para diagnosticá-lo. O exame foi feito e a sequência que corresponde ao DNA do paciente é a seguinte:

Sequência de DNA normal: TAC CAC GTA GAC TGA GGA CTC CTC TTC AGA ACA

Sequência de DNA do paciente: TAC CAC GTA GAC TGA GGA CAC CTC TTC AGA ACA

A partir da análise da sequência de DNA, como você poderia confirmar a suspeita do médico? Explique de que maneira você chegou às suas conclusões:

Figura 4: Resolução da problematização/Estudo de caso



Fonte: Autoria própria, 2023.

ISSN: 2358-8829

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De modo geral, os conteúdos de Biologia que envolvem os processos de transcrição e tradução do DNA e a função dos envolvidos nesses processos, como o RNAm, RNAt, ribossomos e aminoácidos para a síntese de proteínas, são abordados nos livros didáticos, de forma abstrata, dificultando sua compreensão e por isso, recomenda-se a utilização de estratégias metodológicas que despertem o interesse dos alunos e os envolvam em atividades dinâmicas.

Na aula que antecedeu a sequência didática, os alunos receberam um texto e um vídeo sobre Anemia Falciforme, e o levantamento dos questionamentos sobre texto e vídeo aconteceu na aula seguinte, cumprindo a finalidade pretendida, que era apresentar novos significados para os aspectos mais relevantes do conteúdo. Desse modo, a leitura levou à discussão sobre a mutação gênica, a partir do exemplo da doença falciforme e a importância da detecção precoce com o teste do pezinho. Poucos alunos conheciam sobre o teste do pezinho e sua finalidade. Assim, essa discussão sustentada pelo texto, retomou aspectos importantes sobre o Dogma Central da Biologia Molecular, inserindo conceitos menos inclusivos, para gerar novos significados, em outros contextos.

Quanto à elaboração do modelo didático constatou-se que essa atividade apresentou pontos positivos e negativos. Como ponto positivo, a modelagem dos processos de transcrição e tradução gênica estimulou o engajamento dos estudantes, que participaram ativamente manipulando o material, questionando os procedimentos e solucionando as situações-problemas propostas; outro benefício desse material, é ter baixo custo, necessitando apenas da impressão de imagens no papel ofício, cola e mini clipes. A duração de tempo da aula apresentou-se como uma desvantagem, porque são 2 aulas semanais de Biologia, dessa forma o tempo para as atividades precisa ser minuciosamente planejado. A princípio, foi pensado nos alunos cortarem cada parte do modelo didático, mas notou-se que iria tomar muito tempo da aula. Então, foi levado todo material recortado e devidamente separado em envelopes para ser distribuído em cada grupo. Além disso, os alunos relataram uma certa dificuldade em manipular o material, por ter peças de encaixe pequenas e com bordas de formatos variados. Entretanto, como a modelagem foi realizada em grupos, os alunos conseguiram dividir as tarefas para cada

um deles, despertando o engajamento de todos, ou seja, a predisposição em aprender da turma como um todo, apontando assim mais um ponto positivo.

A utilização de modelos no ensino de Biologia vem se tornando uma alternativa educacional que visa o debate e reflexões, ampliando a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem (Duso, 2012). Foi o que aconteceu com a montagem do modelo didático pelos alunos, onde houve a fixação do conteúdo através de uma articulação entre teoria e prática. Além de ter sido uma atividade colaborativa, que são aquelas que envolvem situações-problema que precisam ser resolvidas em pequenos grupos, com a mediação do professor (Masini; Moreira, 2017).

Após a modelagem dos processos de transcrição e tradução, os alunos receberam questões-problemas e um estudo de caso envolvendo uma situação com o conteúdo abordado e a partir da observação do modelo didático construído, puderam chegar às suas conclusões, sobre as causas e consequências de uma mutação no código genético de um indivíduo. Os alunos colaboraram e participaram ativamente durante toda a sequência didática, indagando, debatendo e expondo suas concepções sobre o caso a ser analisado. Verificou-se também que eles refletiram sobre a situação exposta e as circunstâncias mencionadas, buscaram a compreensão da situação e o contexto presente, com o intuito de solucionar o caso apresentado. Para Santos e Oliveira (2016), o uso de atividades investigativas no ensino, deve partir de um problema, para que se possa promover o raciocínio e as habilidades cognitivas dos alunos, além de poder contribuir para o trabalho em grupo e a participação durante as aulas. Sendo assim, a metodologia de aprendizagem baseada em problemas contribuiu não apenas para a aprendizagem de conceitos dos estudantes, mas também de procedimentos referentes à resolução de problemas, emissão de hipóteses, aspectos que dificilmente são contemplados no ensino tradicional que visa a transmissão/recepção de conhecimentos. Os problemas diferenciam-se dos exercícios por colocarem os estudantes em um papel mais ativo na busca por respostas e, neste caminho, construir conhecimentos. Diferentemente do que ocorre na resolução de exercícios, encontrar uma solução para um problema é uma tarefa mais trabalhosa, uma vez que os estudantes não dispõem imediatamente das ferramentas necessárias, o que requer, dentre outras coisas, movimentos investigativos que as identifiquem (Batinga; Teixeira, 2009).

A utilização de diferentes metodologias se mostrou importante ferramenta no processo de ensino - aprendizagem e na motivação dos alunos, pois permite que a Ciência

se aproxime do cotidiano, dinamizando a visualização e compreensão de processos e conceitos antes apenas teóricos. Pode-se concluir que a diversificação de metodologias de ensino, a construção de material didático pelos alunos e a problematização com situações -problemas e estudo de caso, favoreceram o raciocínio, a motivação e a interação entre os alunos, contribuindo para uma efetiva aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou que a abordagem da Biologia Molecular no Ensino Médio, estruturada a partir do Dogma Central, frequentemente enfrenta barreiras associadas à alta abstração e à complexidade inerentes aos mecanismos de transcrição e tradução gênica. Superar esse desafio exige novas estratégias de ensino que aproximem os estudantes de conceitos celulares fundamentais, como o armazenamento de instruções genéticas e a síntese proteica, dialogando diretamente com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o entendimento do metabolismo celular e da saúde humana.

Por fim, a sequência didática demonstrou que a diversificação metodológica e a utilização de modelos didáticos favoreceram a articulação entre teoria e prática, estimulando o raciocínio crítico, a motivação e a interação colaborativa entre os estudantes. Embora o tempo de aula restrito e a manipulação de peças pequenas tenham representado desafios operacionais superados pelo trabalho em grupo, a estratégia investigativa mostrou-se altamente eficaz para transformar conceitos abstratos em conhecimentos concretos e significativos para o cotidiano dos alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTS. B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; MORGAN, D.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Biologia Molecular da Célula**. Tradução de Ardala Elisa Breda Andrade et al. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 1464 p.

BATINGA, V. T. S.; TEIXEIRA, F. M. O que pensam os professores de química do Ensino Médio sobre o conceito de problema e exercício. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2009, Florianópolis. Atas do VII ENPEC. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC, 2000.

DUSO, L. O Uso De Modelos No Ensino De Biologia. In: **XVI Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino. Anais XVI ENDIPE**, Campinas, 2012.

FREITAS, X. M. S.; MACIEL-CABRAL, H. M.; SILVA, C. C. da. O ensino do dogma central da biologia molecular: dificuldades e desafios. **EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação**, Porto Velho, v. 7, n. 17, p. 452-468, 2020.

GREGÓRIO, E. A.; OLIVEIRA, L. G. de; MATOS, S., A. de. Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos abstratos de Biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica. **Experiências em ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 11, n. 1, p. 101-125, 2016.

GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S. R.; CARROLL, S. B.; DOEBLEY, L. **Introdução à genética**. Tradução de Sylvia Werdmüller von Elgg Roberto. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. 780 p.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa na Escola**. Curitiba: CRV, 2017. 88 p.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizado Baseado em Problemas**. São Carlos: UFSCAR – Fundação de Apoio Institucional, 2008.

SANTOS, M. A. P. dos; OLIVEIRA, M. de F. A. de. Uma metodologia investigativa para o ensino de o distúrbio alimentar anorexia. **Revista Electronica de Enseñanza de las Ciências**, Vigo, v.15, n.2, p.215-239, 2016.

SILVA, M. F. da. **Nova proposta didática para o ensino de biologia molecular na educação básica.** 2022. 77 f. Tese (Doutorado em Genética Evolutiva e Biologia Molecular), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2022.