



**ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS
PARA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA**

**TEACHING DNA TRANSCRIPTION AND mRNA TRANSLATION: OBSTACLES AND
CHALLENGES FOR BUILDING CONCEPTS ABOUT PROTEIN SYNTHESIS IN THE CLASSROOM**

**ENSEÑANZA DE LA TRANSCRIPCIÓN DEL ADN Y LA TRADUCCIÓN DEL ARNm:
OBSTÁCULOS Y DESAFÍOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CONCEPTOS SOBRE LA SÍNTESIS
DE PROTEÍNAS EN EL AULA**

Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento¹, Daniel Pereira do Prado Dias², Gisele Silva Nogueira³

e483728

<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i8.3728>

PUBLICADO: 08/2023

RESUMO

O ramo da Biologia Molecular é essencial para o estudo do genoma e suas interações. Esta e outras áreas da ciência moderna são cruciais para o desenvolvimento da sociedade, pois melhoram as condições de vida e promovem a independência do país. Em sala de aula, os conteúdos abordados por esse tema tendem a ser de difícil absorção, principalmente por serem abstratos. Assim, é necessário que as metodologias de ensino-aprendizagem voltadas para esses conteúdos sejam realizadas de forma integrada e holística, levando em consideração os mais diversos recursos didáticos, lúdicos e inclusivos. Com o objetivo de investigar os tipos de recursos didáticos que têm sido utilizados em sala de aula para abordar esse tema, este trabalho teve como objetivo levantar os artigos submetidos ao Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Observou-se que o ramo de Biologia Molecular, como um todo, só começou a aparecer no ENPEC a partir de 2011. Além disso, o número de publicações nessa área é baixo em relação ao total de publicações em cada anais. A partir da análise dos artigos levantados, foi possível observar uma tendência dos autores em trabalhar com o conceito de “gene” e síntese proteica, aparecendo, respectivamente, em 5 e 4 artigos. O que esses relatórios têm em comum é a tentativa de solucionar o problema do nível de abstração e da complexidade com que o tema é abordado tanto na educação superior quanto na educação básica.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino. Síntese proteica. Ensino de ácidos nucleicos.

ABSTRACT

The branch of Molecular Biology is essential for the study of the genome and its interactions. This and other areas of modern science are crucial for the development of society, as they improve living conditions and promote the country's independence. In the classroom, the contents covered by this theme tend to be difficult to absorb, especially because they are abstract. Thus, it is necessary that the teaching-learning methodologies focused on these contents are carried out in an integrated and holistic manner, taking into account the most diverse didactic, recreational and inclusive resources. In order to investigate the types of didactic resources that have been used in the classroom to address this topic, this work aimed to survey the articles submitted to the National Meeting of Research in Science Education (ENPEC). It was observed that the branch of Molecular Biology, as a whole, only started to appear in ENPEC from 2011. Furthermore, the number of publications in this area is low in relation to the total number of publications in each annual. From the analysis of the articles raised, it was possible to observe a tendency of the authors to work with the concept of “gene” and protein synthesis, appearing, respectively, in 5 and 4 articles. What these reports have in common is the attempt to solve

¹ Graduada em ciências biológicas pela faculdade Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), mestre em Biodiversidade e Saúde pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) e doutoranda em Medicina Tropical pela FIOCRUZ.

² Graduado em Ciências Biológicas pela (UEMS) e mestre em Ensino de Ciências pela (UFMS). Pós-graduando da Especialização em Docência do IFMG-Arcos.

³ Doutorado e mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Bioengenharia da Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

the problem of the level of abstraction and the complexity with which the theme is addressed both in higher education and in basic education.

KEYWORDS: *Teaching. Protein synthesis. Nucleic acid teaching.*

RESUMEN

La rama de la Biología Molecular es fundamental para el estudio del genoma y sus interacciones. Esta y otras áreas de la ciencia moderna son cruciales para el desarrollo de la sociedad, ya que mejoran las condiciones de vida y promueven la independencia del país. En el aula, los contenidos que aborda esta temática suelen ser de difícil asimilación, sobre todo porque son abstractos. Así, es necesario que las metodologías de enseñanza-aprendizaje centradas en estos contenidos se lleven a cabo de forma integrada y holística, teniendo en cuenta los más diversos recursos didácticos, lúdicos e inclusivos. Con el objetivo de investigar los tipos de recursos didácticos que se han utilizado en el aula para abordar este tema, este trabajo tuvo como objetivo relevar los artículos presentados al Encuentro Nacional de Investigación en Ciencias de la Educación (ENPEC). Se observó que el campo de la Biología Molecular, en su conjunto, recién comenzó a aparecer en la ENPEC a partir de 2011. Además, el número de publicaciones en esta área es bajo en relación al número total de publicaciones en cada año. Del análisis de los artículos planteados, fue posible observar una tendencia de los autores a trabajar con el concepto de "gen" y síntesis de proteínas, apareciendo, respectivamente, en 5 y 4 artículos. Lo que estos informes tienen en común es el intento de resolver el problema del nivel de abstracción y la complejidad con que se aborda el tema tanto en la educación superior como en la educación básica.

PALABRAS CLAVE: *Enseñando. Síntesis de proteínas. Enseñanza de ácidos nucleicos.*

1. INTRODUÇÃO

Biologia Molecular é o nome atribuído a uma vertente da ciência que procura estudar o genoma e suas interações. Apesar de ser uma área considerada recente, diversos estudos contribuíram para a construção de suas premissas (Camargo *et al.*, 2007; Simões, 2019), como, por exemplo, a descoberta da dupla hélice de DNA e o sequenciamento do genoma humano (Barbosa; Costa, 2011; Simões, 2019).

Os avanços nessa, e em demais áreas, da ciência moderna, são essenciais para a sociedade, pois melhoram suas condições de vida e promovem a independência do país (Goergen, 1998). Para que a população reconheça a importância dessas descobertas (Orlando *et al.*, 2009), e seja capaz de compreendê-las, é primordial que a base desses conhecimentos seja consolidada nas escolas (Loreto; Sepel, 2003).

Em sala de aula, conteúdos de caráter microscópico costumam ser de difícil absorção pelos estudantes, especialmente por serem ministrados de forma abstrata (Paulino, 2005; Barbosa; Costa, 2011). Como a realidade das escolas brasileiras é não ter infraestrutura para laboratório, lidar com esses conceitos, de maneira prática, é um obstáculo também para os professores (Orlando *et al.*, 2009).

Assim, é imprescindível o desenvolvimento de recursos didáticos que auxiliem o ensino da bioquímica, especialmente no que diz respeito à conscientização da importância dos ácidos nucleicos (Lewis *et al.*, 2000). Essas novas metodologias de ensino-aprendizagem podem envolver modelos didáticos (Orlando *et al.*, 2009; Barbosa; Costa, 2011), utilização de livros didáticos com linguagem



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

apropriada e conceitos corretos (Simões, 2019), aplicativos (de Alcântara; de Moraes Filho, 2015), jogos didáticos (Ferreira *et al.*, 2017) e até mesmo sala de aula invertida (Pereira *et al.*, 2020).

Com o intuito de averiguar os tipos de recursos didáticos que vêm sendo utilizados em sala de aula para abordar esse tema, esse trabalho teve como objetivo realizar o levantamento dos artigos submetidos ao Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).

2. METODOLOGIA APLICADA AO ESTUDO

2.1 Desenho do estudo

Esse trabalho é um estudo de revisão sistemática sobre os artigos publicados no ENPEC, de 2010 a 2022, que tinham como objetivo discutir as problemáticas do ensino da transcrição do DNA e tradução do mRNA em sala de aula.

Consonante ao método adotado, buscou-se responder a seguinte questão de pesquisa: como foram organizadas as publicações acerca do ensino de Biologia Molecular, disponíveis nos anais do ENPEC entre os anos de 2010 e 2022?

Para responder à questão proposta, utilizou-se a metodologia de análise documental descrita por Rosa (2015), e que envolve quatro etapas elementares, cuja finalidade é a de filtrar os documentos que se relacionam com o tema investigativo central: 1) definição das palavras-chave; 2) definição do escopo; 3) seleção do *corpus* e 4) análise. A partir da referida estratégia, foram identificados os principais obstáculos, desafios e possibilidades relatadas quanto à construção dos conceitos sobre síntese proteica. Para essa busca utilizou-se descritores relacionados aos conceitos que permeavam a área da bioquímica, mais especificamente, os que envolviam os ácidos nucleicos. A identificação, separação e inclusão dos artigos neste trabalho se deu no primeiro semestre de 2023.

2.2 Base de dados

O ENPEC é um evento bienal promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e contou com 13 edições (de 1999 até 2022). Os trabalhos submetidos aos seus anais são, em sua maioria, desenvolvidos no Brasil, publicados em português.

2.3 Estratégia de busca

A estratégia de análise documental apontada por Rosa (2015) subsidiou a etapa de busca e seleção dos documentos relevantes para a construção da análise descrita no presente artigo. Na primeira etapa foram definidas as seguintes palavras-chave, relacionadas ao tema investigado: “ensino”, “síntese proteica” e “ensino de ácidos nucleicos”. O operador booleano “e” também foi usado para que houvesse um cruzamento entre os descritores escolhidos.

Na fase de definição do escopo, foram previamente definidos os campos relevantes à análise. As buscas foram realizadas na plataforma do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), disponível em: <https://abrapec.com/enpec-edicoes-antiores/>. Posteriormente,



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO
DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

foram estabelecidos os seguintes critérios de filtragem: a seleção dos relatos de pesquisa e de experiência indexados nos anais do ENPEC no intervalo entre 2010 e 2022 os quais continham os descritores anteriormente apontados no campo do título, resumo e palavras-chave dos documentos.

2.4 Caracterização do público-alvo e contextualização da aplicação

O presente estudo tem como propósito apresentar aos docentes uma análise dos relatos de experiência e de pesquisa, que foram divulgados no ENPEC entre os anos de 2010 e 2022. Ao se organizar as publicações concernentes ao ensino de Biologia Molecular torna-se possível o estabelecimento de estratégias de ensino-aprendizagem efetivas para essas temáticas, especialmente acerca dos processos relacionados ao processamento das informações genéticas, como a duplicação, transcrição e a tradução do material genético para a síntese de proteínas.

2.5 Seleção e análise dos artigos

Na etapa de seleção do *corpus*, foi realizada a triagem de todos os documentos relacionados ao tema investigado, totalizando 69 artigos sobre o ensino de Biologia Molecular, nos diferentes segmentos da educação, desde a básica à superior. Portanto, todas as publicações que envolviam pesquisas feitas no Brasil com o ensino da transcrição do DNA e tradução do mRNA, indexadas no ENPEC, em qualquer idioma, entre o ano de 2010 até 2022, foram selecionadas a partir da etapa de filtragem dos documentos relevantes.

Posteriormente, os artigos foram analisados de forma sistemática, com especial atenção aos campos estabelecidos na fase de definição do escopo. Logo, os documentos foram lidos e analisados a partir das informações contidas no campo do título, resumo e palavras-chave elencadas pelos autores de cada relato de pesquisa ou de experiência selecionado. Em casos extraordinários, precedeu-se com a leitura de campos adicionais para a identificação de informações não localizadas nos campos previamente definidos para análise.

2.6 Análise dos dados

O método proposto possibilitou a identificação de algumas categorias comuns entre os relatos, as quais serão gradualmente apresentadas neste artigo com o objetivo de discutir sobre os principais desafios no que tange ao ensino de biologia molecular e suas vertentes no ambiente da sala de aula.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Mapeamento das Publicações

O primeiro aspecto considerado refere-se ao número de publicações acerca da temática e ao seu ano de publicação (Quadro 1). Observou-se que o ramo da Biologia Molecular, como um todo, só passou a surgir no ENPEC a partir de 2011. Além disso, a quantidade de publicações nessa área é baixa em relação ao número total de publicações em cada anal. Em 2011, por exemplo, três



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

publicações disseram sobre a temática. Já em 2013 o número aumentou para quatro (do total de 1019 publicações) e em 2015 para sete publicações (do total de 1272 publicações). Entretanto esse crescimento padrão não foi mantido, visto que em 2019 o número de publicações diminuiu (apenas uma publicação das 1035 totais).

Quadro 1. Relação do número de trabalhos relacionados ao ensino de Biologia Molecular em relação ao total de trabalhos aceitos para publicação nos anos do ENPEC entre 2011 e 2021

Ano	Publicações sobre o ensino de Biologia Molecular	Total de publicações aceitas
2011	3	1235
2013	4	1019
2015	7	1272
2017	3	1335
2019	1	1035

Fonte: próprios autores (2023)

A partir das análises dos artigos levantados foi possível observar uma tendência dos autores a trabalharem com o conceito de “gene” e síntese de proteínas, aparecendo, respectivamente em 5 e 4 artigos (Quadro 2). Tópicos complementares a essa temática também foram trabalhados nos demais artigos, como conceitos gerais de genética e de biologia molecular, papel do DNA para os organismos etc. (Quadro 2). Esse levantamento, juntamente com o fato de que a principal proposta dos trabalhos vistos fosse propor uma nova estratégia de ensino-aprendizagem, demonstra o quanto a consolidação de conceitos é pautada em métodos alternativos e lúdicos, tanto para ensino médio quanto para ensino superior.

Quadro 2. Variáveis mensuradas nos artigos levantados

Ano	Código	Autores	Tema	Público	Impasses	Estratégia Mencionada	Finalidade
2011	R0291-1	Lucio Ely Ribeiro Silvério Sylvia Regina Pedrosa Maestrelli	Conceito de Gene	EM	Fragmentação dos conceitos, descontextualização e conhecimentos prévios insuficientes. Visão sobre a ciência.	Abordagem epistemológica e dialética sobre o conteúdo em questão.	Ensino-aprendizagem.
2011	R0354-1	Lia Midori Nascimento Meyer, Gilberto Cafezeiro Bomfim, Vanessa Carvalho dos Santos, Charbel Niño El-Hanib	Conceito de Gene	ES	Conceito clássico de gene e sua relação com a visão que se tem sobre o conhecimento científico.	Abordagem epistemológica e dialética sobre o conteúdo em questão.	Ensino-aprendizagem.
2011	R1056-1	Resente, T.A. e Klautau-	Conceitos de Genética	ES	Baixa assimilação em conceitos como	Contextualização da genética	Ensino-aprendizagem.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

		Guimarães, M.N.			mitose, meiose, fecundação.	com clonagem e células-tronco.	
2013	R0673-1	Marcela Secchin Favarato Geide Rosa Coelho	Conceitos Moleculares	EM	Baixa compreensão de conceitos da Biologia Molecular.	Técnica de análise dos conceitos.	Avaliação.
2013	R1272-1	Leandra Marques Chaves Melim Carolina Nascimento Spiegel Maurício Roberto Motta Pinto da Luz	Síntese de Proteínas	EM	Conteúdos abstratos.	Atividades cooperativas.	Ensino-aprendizagem.
2013	R1565-1	Francisco Antonio Rodrigues Setúval Nelson Rui Ribas Bejarano	Expressão Gênica	ES	Incorporação de novas estratégias para abordar o conceito de expressão gênica.	Modelagem.	Ensino-aprendizagem.
2013	R1588-1	Jacineide Gabriel Arcanjo Zélia Maria Soares Jofili Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão	Síntese de Proteínas	ES	Abstração dos conceitos de síntese proteica e visão desarticulada.	Diversas atividades alternativas.	Ensino-aprendizagem.
2015	R1939-1	Keli Eloide Ferreira Handilany Thamiris de Araújo Souza Paloma Aparecida de Castro Ribeiro Fernanda de Jesus Costa Nayara da Silva Santos Érica Molfetti Martins	Conceitos de Genética	EM	Conceitos esquecidos facilmente.	Incorporação de atividades lúdicas e experimentais.	Ensino-Aprendizagem.
2015	R1638-1	Renato Araújo Torres de Melo Moul Flávia Carolina Lins da Silva	Síntese de Proteínas	EM	Baixa assimilação de conceitos sobre expressão gênica.	Jogos.	Ensino-aprendizagem.
2015	R1243-1	Érica Rodrigues Eduardo Galembeck	Síntese de Proteínas	Misto	Utilização de animações sobre síntese proteica.	Utilização da mais adequada ao contexto.	Análise de Materiais.
2015	R1219-1	Etiane Ortiz Marcos Rodrigues da Silva	Epistemologia e DNA	ES	Visão reduzida sobre a história do DNA. Epistemologia do conhecimento.	Utilização de pseudo-histórias.	Ensino-aprendizagem.
2015	R0964-1	Júlio Vianna Barbosa Sheila da Mota dos Santos Giselle Rôças Cristianni Antunes Leal	Localização do DNA	EM	Conteudismo e abstração em relação à genética e DNA.	Não citam.	Ensino-aprendizagem.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

2015	R0807-1	Juliana Macedo Lacerda Nascimento Andréa Espinola de Siqueira Andréa Carla de Souza Góes Rosane Moreira Silva de Meirelles	Conceitos de Genética	EM	Ausência de base cognitiva concreta que escore estes conceitos, com influência da mídia.	Não citam.	Ensino-aprendizagem.
2015	R0722-1	Mariana Marzullo Pedreira, Silviene Fabiana de Oliveira, Maria de Nazaré Klautau-Guimarães	Conceito de Gene	ES	Modificações no conceito de gene.	Tirinhas sobre as modificações do conceito de gene.	Ensino-aprendizagem.
2017	R0171-1	Cleide Renata da Silva Machado France Fraiha-Martins	Síntese de Proteínas	EM	Postura dos alunos frente as Metodologias ativas, tecnologias digitais e seus efeitos.	Sequência didática em oito etapas com o uso de tecnologias e metodologias ativas.	Ensino-aprendizagem.
2017	R1278-1	Neima Alice M. Evangelista Vanessa C. Santos Charbel N. El-Hani	Conceito de Gene	ES	Abordagem do conceito de gene nos livros didáticos.	Não consta.	Análise de materiais.
2017	R1563-1	Cristiane de Paula Gouveia Leila Saddi Ortega Ronaldo Luíz Nagem Alexandre da Silva Ferry	Conceito de Gene	EM	Abordagem do conceito de genes nos livros didáticos e uso de comparações.	Mapeamento.	Análise de materiais.
2019	R1242-1	Luís Fonseca Guerra, Adlane Vilas-Boas Ferreira, Marina de Lima Tavares	Meiose e a Replicação do DNA	ES	Conceitos de meiose são complexos.	Uso de Diagramas mentais.	Ensino-aprendizagem.

Fonte: Próprios autores (2023)

A tendência apresentada indica que não existem muitas pesquisas direcionadas ao ensino de biologia molecular, principalmente no que tange aos conceitos sobre expressão gênica, mesmo se tratando de um tema entendido como complexo e de difícil assimilação. É fato que, com a implementação da BNCC e a nova organização dos currículos estaduais, a referida temática foi comprimida e fragmentada em diferentes habilidades, como observado no currículo paulista (2021).

Os conceitos de DNA e de divisão celular aparecem vinculados à habilidade EM13CNT103, sobre as implicações da radiação nos organismos vivos, e depois vincula-se à habilidade



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

EM13CNT304, sobre aplicações da Biotecnologia, virologia e produção de vacinas. No entanto, poucas orientações são estabelecidas quanto aos objetos do conhecimento que devem ser retratados.

Análise similar foi produzida por Dias (2021) em sua dissertação de mestrado sobre os conceitos de entomologia no Ensino Médio. Com a implementação da BNCC, o currículo do estado de São Paulo, vigente até o ano de 2022 nas escolas estaduais, foi substituído pelo Currículo Paulista, organizado em dois eixos: a formação geral básica e o itinerário formativo, que integra os aprofundamentos curriculares. Em consequência, as habilidades relacionadas à Zoologia, que integravam a matriz curricular do terceiro ano foram dispersadas em diferentes momentos e sem a organização ora evidente. Isto demonstra uma preocupação ainda maior em relação ao rumo das pesquisas no ensino de Biologia Molecular.

A segunda categoria a ser discutida neste artigo refere-se ao grau de dificuldade na absorção desses conteúdos por diferentes públicos. Os autores levantados nesse trabalho relatam que os conceitos de biologia molecular, tais como DNA, genes e alguns ainda relacionados à genética, e demais subáreas correlatas da Biologia, são complexos para muitas faixas etárias (Quadro 2).

A análise demonstrou que o percentual dos estudos realizados com estudantes do ensino médio é equivalente ao percentual de investigações conduzidas com estudantes do ensino superior (Quadro 2). Este dado demonstra que tais conceitos da área de Biologia são tidos como complexos até mesmo para os estudantes da área de Ciências Naturais.

Meyer *et al.* (2015) e Pedreira *et al.* (2015) ao conduzirem investigações sobre os entendimentos de estudantes do ensino superior sobre os conceitos clássicos da Biologia Molecular (como a definição de gene) se depararam com diversos obstáculos relacionados ao processo de aprendizagem deles. Na perspectiva destes pesquisadores, tem-se a concepção de gene como uma sequência de nucleotídeos que coincide na formação de um produto gênico funcional.

No entanto, esse conceito, do ponto de vista clássico, implica em um paradigma epistemológico, uma vez que se refere a um termo que pode ser compreendido e definido de acordo com diferentes aspectos científicos. Além disso, se trata de um termo que sofre mudanças ao longo do tempo, graças aos avanços tecnológicos.

Ortiz e Silva (2015) comprovaram o quanto o estudante absorve conceitos de maneira diferente. Ao fazerem uso de pseudo-histórias para narrar a descoberta do modelo helicoidal do DNA, proposto por Rosalind Franklin, esses autores ressaltaram que os altos índices de compreensão do tema pelos alunos se deu principalmente pelo viés lúdico da metodologia de ensino. Portanto, os conceitos moleculares precisam ser abordados de forma dialética, não apenas na dimensão didática, mas epistemológica.

3.2 Temáticas

Quanto aos objetos do conhecimento que subsidiaram a construção de propostas de intervenções no campo do ensino de Biologia Molecular, observou-se que o conceito de gene foi



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

recorrente entre os relatos analisados (Silvério; Maestrelli, 2011; Meyer *et al.*, 2011; Pedreira, Oliveira; Klatau-Guimarães, 2015; Evangelista; Santos; El-Hani, 2017; Gouveia *et al.*, 2017) (Tabela 2).

Segundo Meyer *et al.* (2011), o conceito clássico de gene ainda é utilizado como referência nas aulas e materiais didáticos de Biologia. No entanto, a utilização desse conceito produziu uma visão reducionista sobre as reais contribuições da Biologia Molecular, pois sua definição não abrange as pesquisas mais recentes aplicadas à Biotecnologia, como o conhecimento sobre os genes interrompidos, *splicing* alternativo, sobreposição de genes e edição de RNA mensageiro.

Para os autores, os conhecimentos da biologia molecular precisam ser apresentados em consonância com os seus avanços científicos, de modo a possibilitar uma visão crítica sobre a temática. Além disto, considera-se a relevância da contextualização destes conceitos, pois relacionam-se com importantes descobertas, como a produção de vacinas e de medicamentos que interferem na capacidade de replicação de vírus, como o HIV.

A análise também demonstra que a maioria dos trabalhos tecem relações entre a Biologia Molecular, Celular e Genética, pois abordam aspectos transversais a essas subáreas da Biologia, de modo a apontar problemas comuns: o elevado nível de abstração e complexidade dos processos que relacionam-se à funcionalidade do DNA, como a divisão celular, pois envolve a duplicação do DNA (Resende; Klatau-Guimarães, 2011; Guerra; Ferreira; Tavares, 2019) e a síntese proteica, que envolve a transcrição do DNA em RNA mensageiro e a tradução do RNA mensageiro na síntese de uma proteína (Melim; Spiegel; Luz, 2013; Setúval; Bejarano, 2013; Arcanjo; Jofili; Leão, 2013; Moul; Silva, 2015; Rodrigues; Galembeck, 2015; Machado; Fraiha-Martins, 2017) (Quadro 2).

3.3 Desafios

Outro aspecto analisado, e que parece ser identificado como lacuna quanto à aprendizagem dos conceitos de biologia molecular, com especial atenção para a molécula de DNA como responsável pelo processo de síntese proteica, é a abstração com que o tema é retratado e a modo como é apresentado de forma desarticulada.

Resende e Klatau-Guimarães (2011) em consonância com Favarato e Coelho (2013) e Arcanjo, Jofili e Leão (2013) preconizam que por não serem concretos, estes conceitos são de difícil entendimento para os estudantes, tanto do ensino básico quanto para aqueles do ensino superior. No entanto, torna-se imperativo considerar que as intervenções no ensino superior são fundamentais para o sucesso das intervenções no ensino básico, pois é a formação docente a responsável por conferir ao profissional o conhecimento didático e técnico necessário para replicar este saber na educação básica. Ou seja, contornar esses empasses no ensino superior também implica em contorná-los na educação básica.

Paulo Freire (1996), no livro *Pedagogia da Autonomia*, salienta sobre o papel do professor pesquisador como aquele que está em constante aperfeiçoamento e atualização sobre o que ministra, o que deve acontecer de forma dialógica e participativa. Em suas palavras:



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

O professor deve estar sempre atento às mudanças que ocorrem no mundo, às novas descobertas e às transformações sociais, culturais e tecnológicas que afetam o cotidiano dos alunos. Ele deve estar em constante processo de atualização, buscando novos conhecimentos e aprimorando sua prática pedagógica" (FREIRE, 1996, p. 86).

Ainda neste quesito, Silvério e Maestrelli (2011) e Barbosa *et al.* (2015) afirmam que a descontextualização e a ausência de conhecimentos prévios relevantes são elementos que também dificultam a aquisição de conhecimentos acerca dos conceitos de biologia molecular. Estes argumentos são utilizados por Ferreira *et al.* (2015) para ancorar a ideia de que, como consequência, eles são facilmente esquecidos. Para Nascimento *et al.* (2015) há, ainda, o problema da influência da mídia na construção dos conhecimentos prévios que os alunos têm.

Segundo Dias (2019) na perspectiva vigotskiana, os conhecimentos obtidos a partir da interação entre o sujeito e o meio social e cultural que vive são chamados de conceitos cotidianos e possuem alguns traços singulares em relação aos conceitos científicos: 1) não possuem um sistema hierárquico e organizado, na qual os conhecimentos se subordinam entre si e 2) não são dotados de consciência quanto à sua formulação. No entanto, os conceitos cotidianos e científicos fazem parte de um mesmo sistema interativo no que tange ao processo de formação de conceitos.

Portanto, a questão em torno da influência da mídia no que se sabe sobre os conceitos de biologia molecular revelam um impasse, mas também potencialidades. Entender os conceitos cotidianos expressos pelos alunos é um modo de criar estratégias mais efetivas no que concerne a evolução dos conceitos cotidianos até que se tornem científicos (Dias, 2021).

Para Barbosa *et al.* (2015) e Guerra, Ferreira e Tavares (2019) os conceitos de biologia molecular são naturalmente complexos, pois necessitam do entendimento de outros conceitos subjacentes para que sejam entendidos. Guerra, Ferreira e Tavares abordaram a temática de replicação do DNA na meiose e asseveram que a maioria dos estudantes envolvidos não conseguiram representar de forma efetiva a interação entre os conceitos propostos, o que demonstra a dificuldade dos estudantes em relacionar as informações sobre os processos de duplicação ao processo de divisão celular.

3.4 Estratégias

A partir dos dados analisados também se observou que as pesquisas na área do ensino de Biologia Molecular apontam algumas estratégias como eficazes para a construção de saberes acerca do processamento de informações genéticas. Dentre eles está a modelagem didática (Setúval; Bejarano, 2013), abordagem epistemológica do tema (Silvério; Maestrelli, 2011; Meyer *et al.*, 2011; Ortiz; Silva, 2015; Pedreira; Oliveira; Klatau-Guimarães, 2015), atividades lúdicas (Moul; Silva, 2015), sequências didáticas com atividades diversificadas (Arcanjo; Jofili; Leão, 2013; Ferreira *et al.*, 2015; Machado e Fraiha-Martins, 2017) e a contextualização com assuntos incorporados ao cotidiano dos estudantes, como clonagem e pesquisas com células tronco (Resende; Klatau-Guimarães, 2011).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

Há em comum entre estes relatos a tentativa de solucionar o problema do nível de abstração e da complexidade com que o tema é abordado tanto no ensino superior quanto no ensino básico (Tabela 2). Evangelista, Santos e El-Hani (2017) discutem sobre a abordagem do tema em livros didáticos e afirmam que estes recursos didáticos são insuficientes e apresentam conceitos clássicos da Biologia Molecular, o que pode acabar interferindo na construção dos conceitos fundamentais desta temática. Neste sentido, a utilização de outros materiais e estratégias alternativas pode contribuir na construção de saberes, no entanto são necessários estudos subsidiados por referenciais teóricos aplicados ao campo da educação que busquem fundamentar o planejamento da ação para que os resultados sejam interpretados com base científica (Dias; Vinholi-Junior, 2020).

Dentre os relatos analisados, apenas quatro indicaram os fundamentos teóricos adotados para a interpretação de dados, sendo um deles a Epistemologia de Gaston Bachelard (Silvério; Maestrelli, 2011) e a importância de uma abordagem histórica da temática para que seja concebida em sua totalidade, compreendendo o paradigma de conhecimento científico como algo mutável e sujeito a rupturas para que um novo saber seja formulado (Quadro 2).

Para Machado e Fraiha-Martins (2017) a utilização de recursos tecnológicos e de metodologias ativas demonstra-se efetiva no que tange à construção dos conceitos, pois modificam o espaço de atuação do estudante, conferindo maior autonomia na construção de sua aprendizagem. Em consonância, as atividades que contemplam a exploração de recursos visuais podem favorecer a aprendizagem, visto que os conceitos de expressão gênica não são passíveis de observação, visto que são representações químicas da realidade.

A contextualização do tema também se mostrou como estratégia com potencial significativo no preenchimento desta lacuna no campo do ensino de Biologia, visto que técnicas de clonagem são difundidas no cotidiano (Resende; Klatau-Guimarães, 2011) (Quadro 2). Além disto, discussões como a produção de vacinas, a terapia antirretroviral e a manipulação de células totipotentes são disseminadas no meio científico e adotadas na prevenção e tratamento de doenças.

Considera-se a relevância desta última estratégia como método de identificação de conhecimentos prévios, como estudo de caso para diferentes doenças e como temas geradores de discussões acerca da relevância do conhecimento científico na abordagem epistemológica. Trata-se, portanto, de uma estratégia que pode perpassar as outras, visto que se apresenta como um elemento sensibilizador da aprendizagem.

Estes dados demonstram uma relação interessante com o que se sabe sobre os estilos de aprendizagem. Há, segundo Vieira Júnior (2012), 16 diferentes perfis de aprendizagem, formados a partir da combinação de quatro indicadores. Dentre eles o autor apresenta algumas personalidades que podem ter relação com os argumentos defendidos neste trabalho, como apresentado no quadro sobre os diferentes polos no que diz respeito às singularidades de cada estudante (Quadro 3).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO
DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

Quadro 3. Perfis de aprendizagem

Sensorial	Gostam de aprender fatos e experiências, gostam de resolver problemas com métodos estabelecidos, sem complicações e surpresas, ressentem-se mais do que intuitivos quando são testados sobre um material que não foi coberto explicitamente na aula, tendem a ser mais práticos e cuidadosos do que os intuitivos gostam de matérias que envolvem memorização e cálculos rotineiros.
Intuitivo	Preferem descobrir possibilidades e relações, gostam de novidade e se aborrecem com a repetição, podem ser melhores no domínio de novos conceitos e sentem-se mais confortáveis do que os sensoriais com abstrações e formulações matemáticas, são mais rápidos no trabalho e mais inovadores do que os sensoriais.
Visual	Relembram melhor o que viram – figuras, diagramas, fluxogramas, filmes e demonstrações.
Verbal	Conseguem tirar maior proveito das palavras – explicações escritas ou faladas. A maioria das pessoas aprende melhor quando a informação é apresentada visual e verbalmente (escrita).
Ativo	Tendem a compreender e reter melhor informação trabalhando de modo ativo – discutindo ou aplicando a informação ou explicando-a para outros. "Vamos experimentar e ver como funciona" é a frase comum dos aprendizes ativos, gostam de trabalhar em grupo e gostam de participar das aulas.
Reflexivo	Reflexivos preferem primeiro refletir quietamente sobre a informação. "Vamos primeiro meditar sobre o assunto" é resposta dos aprendizes reflexivos e preferem trabalhar sozinhos
Sequencial	Tendem a aprender de forma linear, em etapas logicamente sequenciadas, tendem a seguir caminhos lógicos para encontrar soluções.
Global	Tendem a aprender em grandes saltos, assimilando o material quase aleatoriamente, sem ver as conexões, para, então, repentinamente "compreender" tudo, podem ser hábeis para resolver problemas complexos com rapidez, ou para juntar as coisas de forma original assim que tenham formado o grande quadro, mas eles podem ter dificuldade para explicarem como fizeram isso.

Fonte: Vieira Júnior (2012)

Até esse momento observou-se a tentativa de solucionar o problema da abstração, da descontextualização e da visão desarticulada e segmentada sobre os conceitos sobre biologia molecular. Assim, é possível correlacionar esta informação às pesquisas que traçam o perfil conceitual dos estudantes do ensino médio. Vieira Júnior e Pereira (2013) chegaram à conclusão após análise por meio de um teste de estilos de aprendizagem, que os estudantes do ensino médio predominantemente são sensoriais, visuais, ativos e sequenciais.

Este dado pode justificar as fragilidades encontradas nas pesquisas sobre o conhecimento acerca dos conceitos de biologia molecular, pois a forma como são abordados é conflitante com o perfil predominante entre estudantes da educação básica, visto que este tema exige intuição, reflexão e



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

entendimento global, pois a síntese proteica, por exemplo, exige o entendimento de várias etapas até a síntese de um produto gênico funcional, uma proteína.

Faz-se imperativo, portanto, a utilização de estratégias que contemplem as singularidades dos estudantes, de modo que consigam construir os conceitos de biologia molecular. Neste sentido, as estratégias adotadas pelos pesquisadores parecem promissoras e podem ser investigadas com rigor científico mais elevado de modo com que os resultados sejam fundamentados em referenciais teóricos do campo da educação e do ensino.

3.5 Finalidades

Além dos aspectos apresentados, verificou-se que a maior parcela dos relatos centraram-se na questão relacionada à aprendizagem de conceitos, porém dois trabalhos distanciaram-se deste eixo temático (Quadro 2). Favarato e Coelho (2013) buscaram elaborar uma técnica de avaliação dos conceitos supracitados por parte dos estudantes e, a partir do método adotado, constataram que a técnica foi efetiva para parametrizar as respostas e indicar o grau de conhecimento dos estudantes.

Ademais, Rodrigues e Galembeck (2015) investigaram a preferência de um grupo formado por professores e estudantes acerca da utilização por duas animações sobre síntese proteica e constataram que a mais escolhida foi aquela em que os participantes conseguiam interagir com os comandos de forma mais ativa. A análise de materiais didáticos também foi foco no relato de Evangelista, Santos e El-Hanib (2017) e Gouveia *et al.* (2017).

Os autores buscaram analisar o modo como os conceitos de biologia molecular são retratados em livros didáticos destinados ao ensino superior e ao ensino básico. Os resultados indicam que os livros didáticos de Biologia abordam de forma insuficiente as informações sobre biologia molecular e que tais capítulos fundamentam-se na concepção clássica de biologia molecular, que define gene como um determinado segmento codificante de DNA.

4. CONSIDERAÇÕES

O presente trabalho buscou organizar a bibliografia encontrada nos anais do ENPEC acerca do ensino de Biologia Molecular. Para isto, foi proposta a seguinte questão de pesquisa: como foram organizadas as publicações acerca do ensino de Biologia Molecular, disponíveis nos anais do ENPEC entre os anos de 2010 e 2022?

Observou-se que, de modo geral, os relatos de experiência e de pesquisa sobre o ensino de Biologia Molecular estão centrados na superação das lacunas do processo de ensino-aprendizagem quanto ao tema em questão, visto que são inúmeras as fragilidades identificadas: conteúdos abstratos, descontextualizados e desconexos; formação docente fragilizada; materiais didáticos insuficientes além de fundamentos epistemológicos pouco explorados, seja no ensino básico ou no ensino superior. No entanto, as estratégias apontadas têm buscado preencher essas diferentes lacunas



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

da aprendizagem, de modo a possibilitar um aprendizado significativo, visto que se trata de um tema importante na formação social do estudante.

As pesquisas levantadas ancoram-se na ideia de que os conceitos de Biologia Molecular precisam estar interligados com o lúdico, o inclusivo e o dinâmico. As abordagens utilizadas pelos autores que tinham como proposta o ensino desse tema com olhar global foram encaradas como mais bem sucedidas em relação à construção conceitual desarticulada deles.

Há, portanto, a necessidade de pesquisas que visem investigar o papel de diferentes estratégias didático-pedagógicas frente à aquisição de conceitos sobre síntese proteica, pois como já visto este é um assunto de importância social, pois relaciona-se aos métodos de produção de vacinas, medicamentos como os antirretrovirais e outros serviços aplicados à Biotecnologia. No entanto, torna-se imperativo que tais estudos sejam subsidiados por referenciais teóricos do campo da educação e do ensino a fim de que os resultados identificados sejam interpretados à luz de fundamentos epistemológicos, filosóficos e psicológicos acerca do processo de aquisição de novos conhecimentos.

REFERÊNCIAS

ARCANJO, J. G.; JOFILI, Z. M. S.; LEÃO, A. M. A. C. Síntese de Proteína: um estudo sobre a formação de conceitos e as dificuldades de aprendizagem. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13, 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]** São Paulo: Editora UNESP, 2013. p. 1-8.

BARBOSA, J. V.; SANTOS, S. M.; RÔÇAS, G.; LEAL, C. A. Onde fica o ácido desoxirribonucleico (DNA)? *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14. Águas de Lindóia. **Anais [...]** São Paulo: Editora UNESP, 2015. p. 1-8.

BARBOSA, M. D.; COSTA, G. M. Ácidos nucleicos: como entender isso? **Genética na escola**, v. 6, n. 1, p. 6-10, 2011.

CAMARGO, S. S. *et al.* O ensino de biologia molecular em faculdades e escolas médias de São Paulo. **Revista Brasileira de ensino de bioquímica e biologia molecular**, v. 5, n. 1, p. 1-14, 2007.

DE ALCÂNTARA, N. R.; DE MORAES FILHO, A. V. Elaboração e utilização de um aplicativo como ferramenta no ensino de Bioquímica: carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 13, n. 3, p. 54-72, 2015.

DIAS, D. P. P. **Fábulas como elementos mediadores na construção de conceitos científicos sobre Entomologia no Ensino Médio**. 2021. Dissertação (mestrado) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2021.

DIAS, D. P. P.; VINHOLI JR., A. J. Estratégias, finalidades e contribuições da entomologia no ensino de ciências e biologia. **Didasc@lia: didáctica y educación**, v. 11, n. 1, p. 126–39, 2020.

EVANGELISTA, N. A. M.; SANTOS, V. C.; EL-HANI, C. N. O conceito de gene em livros didáticos de Biologia Celular e Molecular do ensino superior. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 15, 2017, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 1-15.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

FAVARATO, M. S.; COELHO, G. R. Construção e validação de um instrumento para avaliar o entendimento dos estudantes em Genética. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13, 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]** São Paulo: Editora UNESP, 2013. p. 1-8.

FERREIRA, K. E.; DE CASTRO RIBEIRO, P. A.; ROCHA, M. L.; DE JESUS COSTA, F.; MARTINS, É. M. Metodologias alternativas para o ensino de genética em um curso de licenciatura: um estudo em uma universidade pública de Minas Gerais. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 497-507, 2017.

FERREIRA, K. E.; SOUZA, H. T. A.; RIBEIRO, P. A. C.; COSTA, F. J.; SANTOS, N. S.; MARTINS, E. M. Ensino e aprendizagem de genética: estudo em uma escola da rede pública na região metropolitana de Belo Horizonte – MG. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14, 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]** São Paulo: Editora UNESP, 2015. p. 1-8.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GOERGEN, P. Ciência, sociedade e universidade. **Educação & Sociedade**, v. 19, p. 53-79, 1998.

GOUVEIA, C. P.; ORTEGA, L. S.; NAGEM, R. L.; FERRY, A. S. “Letras”, “palavras”, “parágrafos” e “textos”: Como estes termos são comparados a genes em livros didáticos de Biologia?. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 15, 2017, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 1-11.

GUERRA, L. F.; FERREIRA, A. V. B.; TAVARES, M. L. Análise de uma tarefa de construção de diagramas sobre o tema meiose realizada por estudantes de licenciatura em ciências biológicas. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 16, 2019, Natal. **Anais [...]** Natal: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019. p. 1-8.

LEWIS, J.; LEACH, J.; WOOD-ROBINSON, C. What’s a cell? – young people’s understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. **Journal of Biological Education**, v. 34, n. 3, p. 129-132, 2000.

LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. **Atividades Experimentais e Didáticas de Biologia Molecular e Celular**. 2. ed. Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética, 2003.

MACHADO, C. R. S.; FRAIHA-MARTINS, F. Síntese de Proteínas: significados produzidos por meio do ensino utilizando tecnologias digitais e metodologia ativa. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 15, 2017, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 1-9.

MACHADO, C. R. S.; FRAIHA-MARTINS, F. Síntese de Proteínas: significados produzidos por meio do ensino utilizando tecnologias digitais e metodologia ativa. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 15, 2017, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 1-9.

MELIM, L. M. C.; SPIEGEL, C. N.; LUZ, M. R. M. P. Proteínas de Papel: traduzindo o que é complicado. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13, 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]** São Paulo: Editora UNESP, 2013. p. 1-8.

MEYER, L. M. N.; BOMFIM, G. C.; SANTOS, V. C.; EL-HANI, C. N. Como Ensinar a Estudantes Universitários de Ciências Biológicas e de Ciências da Saúde sobre a Crise do Conceito de Gene?. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12, 2011, Campinas. **Anais [...]** Campinas: Editora da Unicamp, 2011. p. 1-13.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

MOUL, R. A. T. M.; SILVA, F. C. L. O ensino de síntese proteica sob uma perspectiva inovadora. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14, 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]** São Paulo: Editora UNESP, 2015. p. 1-8.

NASCIMENTO, J. M. L.; SIQUEIRA, A. E.; GÓES, A. C. S.; MEIRELLES, R. M. S. Tópicos em genética no Ensino Fundamental: concepções à luz de referenciais teóricos para aprendizagem. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14, 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]** São Paulo: Editora UNESP, 2015. p. 1-8.

ORLANDO, T. C.; LIMA, A. R.; DA SILVA, A. M.; FUZISSAKI, C. N.; RAMOS, C. L.; MACHADO, D.; BARBOSA, V. C. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2009.

ORTIZ, E.; SILVA, M. R. O uso de pseudo-histórias no Ensino de Ciências: o caso da participação da Rosalind Franklin na construção do modelo helicoidal do DNA. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14, 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]** São Paulo: Editora UNESP, 2015. p. 1-8.

PAULINO, W. R. **Biologia - Citologia/Histologia**: livro do professor. São Paulo: Ática, 2005.

PEDREIRA, M. M.; OLIVEIRA, F. F.; KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N. Elaboração de tirinhas de história em quadrinhos sobre o conceito de gene por estudantes de Ensino Superior. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14, 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]** São Paulo: Editora UNESP, 2015. p. 1-7.

PEREIRA, E. J.; VIEIRA JUNIOR, N. Os Estilos de Aprendizagem no Ensino Médio a partir do Novo ILS e a Sua Influência na Disciplina de Matemática. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 3, p. 173-190, 2013.

RESENDE, T. A.; KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N. A divulgação científica como estratégia de ensino dos principais conceitos básicos de genética. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12, 2011, Campinas. **Anais [...]** Campinas: Editora da Unicamp, 2011. p. 1-11.

RODRIGUES, E.; GALEMBECK, E. A preferência dos usuários entre duas animações com diferentes níveis de interatividade presentes em um software sobre síntese proteica. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14, 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]** São Paulo: Editora UNESP, 2015. p. 1-8.

ROSA, P. R. S. **Uma introdução à pesquisa qualitativa em ensino**. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2015.

SETÚVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R. Argumentos epistemológicos, sociais e de aprendizagem como fundamentos para a promoção de modelagem com o conteúdo expressão gênica (transcrição e tradução do DNA). *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13, 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]** São Paulo: Editora UNESP, 2013. p. 1-7.

SILVÉRIO, L. E. R.; MAESTRELLI, S. R. P. O conceito molecular clássico de gene como obstáculo pedagógico no ensino e aprendizagem de genética. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12, 2011, Campinas. **Anais [...]** Campinas: Editora da Unicamp, 2011. p. 1-10.

SIMÕES, C. M. R. **Livro didático**: uma análise crítica no conteúdo de biologia molecular contido em livros de biologia utilizados no ensino médio da rede pública de Minas Gerais. [S. l.: s. n.], 2019.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

ENSINO DA TRANSCRIÇÃO DO DNA E TRADUÇÃO DO MRNA: OBSTÁCULOS E DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO
DOS CONCEITOS SOBRE SÍNTESE PROTEICA EM SALA DE AULA
Raquel Fernandes Silva Chagas do Nascimento, Daniel Pereira do Prado Dias, Gisele Silva Nogueira

VIEIRA JUNIOR, N. **Planejamento de um ambiente virtual de aprendizagem baseado em interfaces dinâmicas e uma aplicação ao estudo de potência elétrica.** 2012. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP, 2012.