

## CONCEPÇÕES DISCENTES SOBRE GENÉTICA E DNA À LUZ DA TEMATIZAÇÃO DE FONTOURA

### STUDENT CONCEPTIONS ABOUT GENETICS AND DNA IN THE LIGHT OF THEMATIZATION BY FONTOURA

Anna Carolina de Oliveira Mendes<sup>1</sup> - FIOCRUZ  
Maria de Fátima Alves de Oliveira<sup>2</sup> - FIOCRUZ

#### RESUMO

Os crescentes avanços na área da Genética, bem como a ampla divulgação de seus termos na mídia, colocam a escola em um papel central para oportunizar aos alunos o entendimento dessas novas informações. Nesse contexto, os objetivos da pesquisa foram: identificar as concepções dos alunos em relação aos conceitos de Genética e DNA; e compreender se os estudantes conseguem perceber a relação DNA e proteína. Para tal, foi desenvolvido um estudo de caráter descritivo com abordagem qualitativa. O instrumento de coleta de dados foi um questionário semiestruturado, cujas respostas foram analisadas segundo a tematização de Fontoura. A análise dos resultados nos apontou algumas lacunas, como uma superficialidade nas respostas e muitos alunos que não conseguiram relacionar o DNA à proteína. Algumas sugestões podem ser inferidas como: um ensino com maior contextualização, diferentes recursos metodológicos, reestruturação curricular e dos livros didáticos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Genética; DNA; Ensino de Biologia

#### ABSTRACT

The increasing advancements in Genetics area, as well as the broad dissemination of its terms by media channels, place the school in a crucial role of allowing students to comprehend this new information. Within this scenario, this study aimed at: identifying students' conceptions on Genetics and DNA; understanding whether students can perceive the relationship between DNA and protein. For this purpose, we developed a descriptive study with a qualitative approach. Data was collected using a semi-structured questionnaire and the answers were analyzed according to thematization written by Fontoura. Data analysis has evidenced some gaps in teaching, like shallow answers and several students who cannot establish a connection between DNA and proteins. Some suggestions can be inferred, such as: a more contextualized teaching, varied methodological resources, curriculum and textbook restructuring.

**KEYWORDS:** Genetics Teaching; DNA; Biology Teaching.

DOI: 10.21920/recei72022826508528  
<http://dx.doi.org/10.21920/recei72022826508528>

<sup>1</sup>Professora EBITT da Fundação Osório. Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde da Fundação Oswaldo Cruz-RJ. E-mail: [mendes.anna.c@gmail.com](mailto:mendes.anna.c@gmail.com) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5159-0480>.

<sup>2</sup>Doutora em Ensino em Biociências e Saúde. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde da Fundação Oswaldo Cruz-RJ. E-mail: [bioalves@yahoo.com.br](mailto:bioalves@yahoo.com.br) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1906-5643>.

## REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE GENÉTICA: anseios, expectativas e dificuldades

A Genética é a área das Ciências Biológicas que estuda os genes em sua estrutura e função (PIERCE, 2012), bem como de que forma se dá a transmissão das características dos organismos vivos, sejam elas morfológicas, fisiológicas e/ou bioquímicas entre as diferentes gerações. No momento histórico atual, em meio à pandemia de Covid-19, a Genética e seus termos estão sendo disseminados por diferentes canais de comunicação numa crescente exponencial, seja pra informar da rapidez com que o genoma do Sars-Cov2 fora sequenciado em fevereiro de 2020, seja para debater um dos tipos de vacinas aprovadas contra o vírus causador da Covid-19, que utiliza o RNA-mensageiro, o tipo de vacina onde alguns genes modificados do vírus são selecionados para serem utilizados como imunizante.

O entendimento dessa gama de novas informações que chegam a todo momento depende de um conhecimento básico de Genética. É nesse contexto que está inserida a escola e o ensino de Genética, atuando como uma mediadora desse processo de aprendizagem, auxiliando na compreensão dos termos pelos alunos, da mesma maneira que facilita a identificação de uma notícia, quando ela traz em seu escopo uma pesquisa séria de cunho científico ou apenas uma manchete sensacionalista com *Fake News* (notícias falsas). Cada vez mais, Ciência e Tecnologia permeiam-se na sociedade e o entendimento claro dessa interconexão acaba por possibilitar aos estudantes um olhar mais crítico acerca dos acontecimentos dentro do seu contexto local e global.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) tenciona uma mudança na forma como a educação brasileira está sendo conduzida, com vistas à formação integral desse aluno, em um modelo de ensino que o discente atue como protagonista da própria aprendizagem. As competências descritas no texto de Ciências da Natureza objetivam o desenvolvimento do pensamento crítico e científico, a autonomia nas pesquisas de conteúdo, a utilização de tecnologias de informação e comunicação, assim como a inserção das práticas como ferramentas pedagógicas.

A obra é organizada sob dois núcleos principais: as competências e as habilidades. A primeira pode ser compreendida como “a mobilização do conhecimento” (conceitos e procedimentos), enquanto a segunda (práticas cognitivas e socioemocionais) guarda muita relação com as ações escolhidas na resolução das demandas da vida cotidiana (BNCC, 2018, p. 8).

Ao longo do texto da BNCC de Ciências da Natureza (BRASIL, 2018), são apresentadas três competências que prezam pela articulação com aquelas gerais da educação básica, bem como as observadas na área de Ciências da Natureza do Ensino Fundamental. Dessa forma, cada uma delas abrange habilidades a serem alcançadas de acordo com o documento. Na publicação, foram descritas um total de 23 (vinte e três) concernentes às três competências retratadas. Após leitura detalhada das habilidades citadas, selecionamos 4 (quatro) que têm relação com a temática de Genética, como podemos observar no Quadro 1:

Quadro 1 - Competências e Habilidades referentes à temática de Genética na BNCC.

Competência	Habilidade
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2	(EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.
	(EM13CNT202) Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas.
	(EM13CNT205) Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3	(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

Fonte: BNCC (BRASIL, 2018). Classificação feita pelas autoras.

Diante das habilidades escolhidas, é possível observar que o ensino de Genética, de acordo com o que está disposto na base, deve ser feito de forma interdisciplinar como apontado pelos autores da obra quando citam a importância da organização por áreas como um mecanismo fortalecedor das relações entre as disciplinas (BRASIL, 2009 *apud* BRASIL, 2018). Isso também pode ser observado ao longo das competências e habilidades destacadas no Quadro 1. Uma crítica que vem sendo feita é a forma menos abrangente que os conteúdos estão dispostos, fato que contribui para uma formação mais simplificada (MARTINS; FERREIRA; DIAS, 2019), ou também uma formação de aprendizes das novas tecnologias voltada para o mercado de trabalho.

A questão central evocada aqui não é julgar o mérito da distribuição curricular de Biologia no que tange ao ensino de Genética na BNCC, mas de ter a percepção real do quão preparados estão os docentes para esse desafio, dado que é sabido que, tanto a Genética quanto a Evolução, perpassam quase todos os conteúdos de Biologia. A questão é o professor se sentir seguro para caminhar de forma interdisciplinar como preconizado por praticamente todos os documentos norteadores da educação básica brasileira.

Como fora retratado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002), publicados há quase vinte anos, o ensino de Genética esbarra em dificuldades para ser executado pelos docentes. Um dos pontos recorrentes observados nessa dificuldade de abordagem de temas relacionados ao ensino de Genética pelos docentes é a quantidade de assuntos extremamente novos que, na maioria das vezes, não foram abordados ao longo de suas respectivas formações acadêmicas (SILVA; CABRAL; CASTRO, 2019).

Outro ponto a ser levantado quando se fala da dificuldade docente de abordar Genética é a utilização de poucos recursos didáticos diferenciados. A maioria dos professores ainda se vê refém dos livros didáticos, e estes trazem em seus textos terminologias técnicas, muitas vezes descontextualizadas da realidade do aluno (ARAÚJO *et al.*, 2018). Outrossim, o modo que esses compêndios são utilizados em sala de aula remonta à onipotência em relação ao conteúdo trazido, o que não é a realidade, dado que são materiais de grande qualidade e utilidade, apesar de apresentarem limitações, uma vez que falham por não conseguirem trazer todo o conteúdo. Devendo funcionar como um dos recursos do professor em sala de aula, este se torna o

responsável por fazer uma transposição didática para tornar cada vez mais acessível aos alunos as informações apresentadas nos livros.

Para isso é necessário que o docente invista em cursos de atualização e formação continuadas pois, como apontou Krasilchik (2004), a formação dos docentes de Ciências e Biologia nas áreas de Genética e Biologia Molecular não contribui para uma aproximação entre as informações apresentadas pela grande mídia e o currículo escolar da área, visto que se trata, na maioria dos cursos universitários, de uma formação exclusivamente teórica com pouca correlação com o que ocorre dentro da sociedade. De mais a mais, soma-se a esse cenário, de acordo com a autora, a falta de equipamentos e materiais de aulas práticas (mesmo com opções já descritas de baixo custo) e a sobrecarga de trabalho dos professores, consequência de um salário insuficiente para suprir suas necessidades de vida.

Além das dificuldades já mencionadas no que concerne à dificuldade dos docentes ao trabalhar a Genética em sala de aula, podemos inserir a organização do currículo escolar de Biologia no Ensino Médio. Nele observamos que temas como ácidos nucleicos e divisão celular são usualmente trabalhados no primeiro ano do EM, ao passo que a Genética só é discutida no terceiro ano. Isso coloca tanto professor como aluno em uma descontinuidade perceptível no ensino (AMORIM, 2001), porque, ao se abordar temas como hereditariedade e transmissão das características hereditárias, o aluno depende de conceitos-chave sobre estrutura molecular dos ácidos nucleicos, síntese de proteínas e conceitos de divisão celular, para que não reduzam a Genética e as leis de Mendel ao cruzamento de letrinhas como “AA” e “Aa” (BORGES; LIMA, 2007).

Em face dessas dificuldades observadas no ensino de Genética, Leal e colaboradores (2017) estabeleceram conteúdos estruturantes para a apreensão da Genética, são eles Biologia Celular, Biologia Molecular, Divisão Celular e Gametogênese, assim como a Evolução das espécies que perpassa todos os temas supracitados. Sendo todos relevantes e fundamentais no aprendizado de Genética. Deste modo, uma reestruturação curricular se faz necessária para que os alunos tenham uma visão interdisciplinar, proporcionando debates e construção de um aprendizado múltiplo.

Para os alunos, uma das principais dificuldades observadas na aprendizagem de Genética é o nível de abstração dos conteúdos e, conseqüentemente, a compreensão dos conceitos (BRANCO; CASTRO; SILVA, 2019). O aprendizado pelos alunos torna-se muitas vezes complexo, por eles não conseguirem relacionar os conceitos apresentados à sua realidade, marco importante na constituição de uma aprendizagem com significado.

Cabe ressaltar que o aluno possui seus conhecimentos prévios, uma vez que Genética é abordada de forma superficial no Ensino Fundamental (Anos Finais) e a mídia também traz diversos conceitos arraigados nas notícias veiculadas diariamente. Esses conhecimentos devem ser trabalhados pelo professor, uma vez que tais concepções trazidas pela mídia, muitas vezes, apresentam erros que dificultam o aprendizado, cabendo ao professor, nesse momento, reconhecê-las e criar estratégias que oportunizem ao aluno trocar a concepção errônea pela cientificamente correta (TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2018).

Essa transformação de uma concepção pelo aluno normalmente ocorre quando este se vê diante de uma situação-conflito (fornecida pelo docente) em que, diante de um incômodo inicial com suas ideias antigas, o próprio docente deva buscar solução com as novas concepções para resolver o problema proposto (MORTIMER, 1996). Isso proporciona, com o tempo, a ressignificação ou até mesmo a transformação da concepção prévia pela trazida pelo docente.

A Genética engloba, dentro do seu currículo, muito do avanço tecnológico retratado nos dias de hoje ao abordar temas relacionados à Biologia Molecular, Mutagênese, Citogenética, Transgenia e outros. Tudo isso desperta a atenção dos alunos, porém, com o desenrolar das

aulas e o excesso de termos técnicos, vocabulários específicos, apresentações apenas cognitivas, falta de interação entre professores e alunos, o interesse acaba se esvaindo (SILVA; CABRAL; CASTRO, 2019). Soma-se a essas dificuldades muitos conceitos conflitantes entre o que se aprende em sala de aula e o que se ouve no senso comum sobre os fenômenos genéticos (SILVEIRA, 2008).

Nessa perspectiva, os objetivos do presente texto foram identificar as concepções dos alunos em relação aos conceitos de genética e DNA e compreender se os estudantes conseguem perceber a relação DNA e proteína.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo é de caráter descritivo com abordagem qualitativa. O presente estudo, por fazer parte de uma pesquisa de doutoramento, foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Oswaldo Cruz protocolado com a identificação CAAE: 29017320.0.0000.5248, número do parecer: 3.970.858. O contexto de estudo foi um colégio público da rede federal de ensino do Rio de Janeiro, localizado na região central da cidade, a aproximadamente 3km de distância da prefeitura da cidade.

Participaram da pesquisa 62 alunos (32 do 1º ano e 30 do 3º ano, ambos do Ensino Médio), com idade variando de 14-18 anos e todos regularmente matriculados no colégio. Importante ressaltar que o estudo com esses alunos se iniciou somente após concordância na participação da pesquisa. A escolha pelos referidos anos se deu mediante análise da grade curricular do colégio, que segue o modelo mais adotado pelos principais livros didáticos, com o conteúdo de *Núcleo e Cromossomos* no primeiro ano e *Genética* no terceiro ano.

Para a identificação das concepções dos alunos com relação aos conceitos de Genética, foi elaborado um questionário semiestruturado (COSTA; COSTA, 2014) composto por dezoito perguntas, das quais treze eram perguntas fechadas e cinco eram abertas. No presente estudo, somente apresentaremos três dessas perguntas abertas. Como forma de adaptação do presente trabalho à realidade da pandemia de Covid-19, o questionário fora todo realizado pelo *Google Forms*.

Para análise e interpretação dos dados, foi adotada a Tematização (FONTOURA, 2011, p. 71-73). Assim, a pesquisa qualitativa foi escolhida pois valoriza a dinâmica de interação do sujeito com o mundo que o cerca, aproxima o pesquisador da situação e dos sujeitos a serem pesquisados (LÜDKE; ANDRÉ, 2013). De acordo com Fontoura (2009, p. 26) ao trabalhar com a Tematização, é imprescindível que o pesquisador “relate os procedimentos a seus leitores de forma clara, para que entendam os processos de escolha e de análise.”

Fontoura (2011, p. 71) expõe, em etapas, a forma de organizar as informações coletadas na pesquisa, etapas essas que serão utilizadas nas análises das questões abertas desse estudo, são elas: 1- Leitura atenta de todo o material; 2- Demarcação do que será considerado importante, delimitação do corpus de análise iniciando pelo recorte das unidades de registro, que podem ser palavras, frases, ideias; 3- Levantamento dos temas a partir do agrupamento das unidades de registro e do que se quer evidenciar na pesquisa; 4- Definição das unidades de contexto - trechos mais longos e apresentados conforme aparecem no texto, tendo como objetivo justificar a escolha do tema e auxiliar na compreensão deles; 5- Separação das unidades de contexto; 6- Interpretação dos dados à luz dos referenciais teóricos.

Tais etapas de análise foram aplicadas aos dados coletados nas questões abertas do questionário utilizado com os estudantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira questão tencionava alcançar qual era a concepção sobre a temática Genética. A análise e a interpretação das respostas nos permitiram extrair o mesmo tema para ambas as turmas estudadas, a saber: *Concepções discentes sobre Genética*. As respostas do 1º ano foram divididas em três categorias e as do 3º ano em quatro, conforme os quadros 2 e 3, respectivamente. Cumpre enfatizar que, neste estudo, as categorias emergiram somente após a análise minuciosa de todas as respostas, conforme sinaliza Fontoura (2011), e não definidas *a priori*.

Quadro 2 - Categorias elaboradas do tema “Concepções Discentes sobre Genética” com as respostas dos alunos do 1º ano a partir da Tematização de Fontoura (2011).

Questão: Pra você, o que é Genética?	
Categorias	Unidades de Contexto
Hereditariedade	<p>Genética é algo que define as características do ser, <i>por meio da hereditariedade</i> (A11).</p> <p>Hereditariedade <i>dos pais pros filhos</i>, da transmissão...(A14).</p> <p>Genética pra mim é <i>algo dos pais que passa para o filho</i> na fecundação do bebê (A16).</p> <p>Para mim, é uma parte da ciência que estuda <i>os genes passados de geração em geração</i> (A20).</p> <p>Genética é características <i>herdadas de seus antepassados</i> (A22).</p> <p>Acredito que seja o material genético <i>que é passado de pais para filhos</i> (A27).</p> <p>Alguma coisa hereditária, que <i>está sendo passada de linhagem para linhagem</i> (A29).</p> <p>Não sei ao certo, mas acho que tem relação com <i>DNA, e tem a ver com sua família, antepassados etc.</i> (A32).</p>
Atribuição das Características do Ser Vivo	<p>Algo que <i>define características</i> (A1).</p> <p>Para mim, genética é <i>a forma de corpo que cada um tem</i> a parte de metabolismo entre outros (A3).</p> <p>Para mim, genética é <i>o que dá as características ao indivíduo</i> (A17).</p> <p>Conjunto de <i>informações que formam a essência do ser humano</i> e é único (A18).</p> <p>É o conjunto das características que vemos nos seres vivos, por exemplo, <i>a cor dos olhos, o tipo sanguíneo, a cor das flores de uma planta, a cor do pelo de um gato...</i> (A31).</p>
Estudo dos Genes	<p><i>Estudo dos genes</i> (A12).</p> <p><i>Estuda os genes</i> e a hereditariedade (A15).</p> <p>Para mim, é uma parte da ciência que estuda <i>os genes passados de geração em geração</i> (A20).</p> <p>A Genética é a parte da Biologia que estuda <i>os genes e os mecanismos que garantem a hereditariedade</i> (A26).</p>

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Quadro 3 – Categorias elaboradas do tema “Concepções Discentes sobre Genética” com as respostas dos alunos do 3º ano a partir da Tematização de Fontoura (2011).

Questão: Pra você, o que é Genética?	
Categorias	Unidades de Contexto
Relação do DNA com a Evolução das Espécies	É o estudo do DNA, das mutações, dos cruzamentos, como tudo isso acontece e o que essas coisas podem causar na evolução (E1).
Hereditariedade	<p>É o que faz a gente ter algumas características principalmente dos nosso pais e avós (E2).</p> <p>É um tipo de característica física que herdamos de nossos pais (E5).</p> <p>Área estuda as características hereditárias de um grupo (E8).</p> <p>Para mim, genética são as características que uma filha herda da mãe, por exemplo, seja fisicamente ou apenas no jeito de ser (E10).</p> <p>Genética é quando decodificamos o DNA, quando entendemos de onde nossas características são herdadas (E14).</p> <p>Para mim, a genética é um assunto bem amplo, envolvendo o DNA, que é uma molécula semelhante a uma mola herdada de nossos pais, que tem toda a informação para fazer nosso corpo funcionar. O RNA, que não lembro ao certo a função. A hereditariedade, que é a herança de características. Creio que esses são os assuntos que mais ficaram na minha cabeça (E15).</p> <p>Genética é algo que carrega as características da família (E16).</p> <p>Genética, para mim, é algo que você possui no seu DNA, genética de família (E23).</p> <p>É todo composto relacionado à herança da linha genealógica e traços da aparência física, é onde achamos problemas como anomalias e doenças, que podem ser provenientes dos laços parentais ou do meio em que vivemos (E27).</p>
Constituição do Ser vivo	<p>A identidade do nosso corpo (E9).</p> <p>É a parte onde estudamos a formação de todo o nosso corpo e o nosso dna (E11).</p> <p>É um estudo sobre os seres para que a gente possa entender de onde veio, biologicamente falando, e para onde vai (E24).</p>
Estudo dos Genes	<p>Estudo dos genes (E3).</p> <p>É uma matéria da biologia que estuda os genes (E13).</p> <p>Ciência que estuda os genes (E19).</p> <p>Genética é o estudo dos genes de algum ser vivo, compreendendo o material genético que o caracteriza (E22).</p> <p>Estudo dos genes, onde cada parte do material genético tem uma função característica própria nossa (E26).</p> <p>É o estudo das características e funções dos genes e como eles influenciam nas características biológicas manifestadas pelos seres humanos (E28).</p>

Fonte: Elaborado pelas autoras.

### Análise da categoria hereditariedade

O grande número de unidades de contexto relacionadas à essa categoria, observado nas duas turmas estudadas, corroboram os resultados obtidos por Leal, Meirelles e Roças (2019). No estudo das referidas autoras, ao serem perguntados o que vêm à mente quando a palavra Genética é falada, os estudantes associaram a área a algo herdado ou transmitido à prole. No estudo

supracitado, a metodologia divergiu da nossa, já que ela ocorreria por análise de conteúdo (BARDIN, 2011) e os discursos analisados dentro da categoria *herdado/transmitido*, nas palavras das autoras, ocorreram de maneira superficial e reducionista.

Na presente pesquisa, também pudemos observar unidades de contexto que reduzem a Genética à herança dos pais para os filhos, como também relacionam essa herança aos antepassados, dados estes que mostram também uma forma superficial de ver o campo. Entretanto, na nossa concepção, partir de respostas incompletas – ou até errôneas – quando falamos do processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos, podem representar um obstáculo ao docente, porém possibilitam também a transformação dessas *misconceptions* em concepções cientificamente aceitas (SCHNETZLER, 1992). Daí a importância de conhecer os saberes prévios dos estudantes.

A unidade de contexto registrada pelo estudante A20, do 1º ano: *“Para mim, é uma parte da ciência que estuda os genes passados de geração em geração”*, além de apontar a relação da hereditariedade, vinculou essa transmissão aos genes, utilizando uma das definições mais clássicas da Genética (PIERCE, 2012), que é o estudo dos genes. Diante disso, a resposta foi classificada em duas categorias distintas (Hereditariedade e Estudo dos Genes).

Como já mencionado no texto, o educador, para viabilizar essa transformação, precisa colocar o aluno frente a uma situação conflito, ao passo que o discente, diante de uma insatisfação com suas ideias prévias, sinta necessidade de encontrar novas explicações para o problema que lhe foi proposto, o que contribui para um sucessivo processo de mudança conceitual de suas concepções prévias para as apresentadas pelo docente (MORTIMER, 1996). Sendo a Genética uma área que perpassa a vida dos discentes, é natural que este chegue à sala de aula com algumas ideias e conceitos “prontos” aprendidos ao longo da vida. Identificar essas concepções errôneas relacionadas à Genética também é de suma importância para que haja um aprendizado real e duradouro com relação aos temas dessa Ciência (KLAUTAU-GUIMARÃES *et al.*, 2008).

Ainda dentro da categoria *hereditariedade*, conseguimos observar diferenças, mesmo que mínimas, na complexidade de respostas, quando comparados o 1º com o 3º ano. Pudemos observar unidades de contexto extremamente detalhadas, como o E27, que aponta desde a herança genealógica da família, como também aborda as anomalias e doenças e a origem delas, versando sobre tanto o laço parental quanto o meio o qual está inserido. Os alunos E14 e E15 apontam a importância do DNA no processo enquanto molécula que, quando decodificada, traz as informações para compor aquele ser. Nesse sentido, os alunos do 1º ano se ativeram na forma simplificada da herança das características dos pais.

Esse achado é natural, visto que o ensino de Genética é fragmentado dentro da organização curricular sugerida nos principais documentos norteadores de currículo, em que os alunos do primeiro ano do Ensino Médio estudam os ácidos nucleicos e divisão celular, enquanto os outros temas relacionados à Genética são discutidos no terceiro ano do Ensino Médio (BELMIRO; BARROS, 2017). Isso aponta uma descontinuidade no ensino e acaba contribuindo para a não compreensão do todo. Tal fragmentação também justifica as muitas respostas de alunos do 3º ano que foram construídas de modo deveras simplificado e superficial. Como sinaliza Justina (2001), a estrutura cromossômica, assim como os mecanismos de transmissão das informações genéticas, depende da própria estrutura molecular dos ácidos nucleicos e da duplicação do DNA.

### **Análise da categoria: atribuição das características do ser vivo**

Nessa categoria, os estudantes conseguiram relacionar a Genética às suas próprias características. A consciência dessa relação é inclusive estimulada em uma das habilidades da

segunda competência da BNCC de Ensino Médio na área de CNT (Ciências da Natureza e suas Tecnologias), que estimula um ensino que vise a “interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização, da composição molecular à biosfera.” (BNCC, 2018, p. 543). As unidades de contexto, mais uma vez, por se tratar de alunos do primeiro ano do Ensino Médio, apresentam uma superficialidade. Contudo, destacamos o estudante A31, que conseguiu, além de fazer a relação direta, apresentar exemplos claros dessas características.

#### **Análise da categoria: estudo dos genes**

Esta última categoria observada entre as respostas dos alunos do 1º ano também fora observada entre os respondentes do 3º ano. Como já sinalizado no texto, uma das definições mais utilizadas na Genética é exatamente esta: Ciência que se encarrega de estudar tanto a estrutura quanto a função dos genes nos diferentes tipos organismos, assim como compreender o comportamento dos genes em nível de populações (PIERCE, 2012).

Tal como discutido na introdução, a Genética é uma das áreas de mais difícil compreensão dentro da Biologia. Uma das dificuldades observadas são os nomes das estruturas ou dos processos que ocorrem na célula, dentre eles, polialelismo, alelo, gene, entre outros (CID; NETO, 2005). Por isso, conseguir fazer relações com tais conceitos é algo que nos chamou atenção, já que observamos respostas objetivas que tratavam a Genética como “estudo dos genes”. De maneira similar, observamos um estudante de 3º ano que fora capaz de estabelecer a relação completa entre o gene e as características manifestadas pelos seres humanos: “*É o estudo das características e funções dos genes, e como eles influenciam nas características biológicas manifestadas pelos seres humanos.*” (E28).

#### **Análise da categoria: relação do DNA com a evolução das espécies**

A categoria surgiu com apenas uma unidade de contexto entre os alunos respondentes do 3º ano, que descrevera Genética da seguinte forma: “*É o estudo do DNA, das mutações, dos cruzamentos, como tudo isso acontece e o que essas coisas podem causar na evolução.*” (E1). Uma resposta aparentemente simples, porém, tão completa e que nos fez refletir, inclusive, acerca da forma como a Biologia deve ser vista, visto que é uma Ciência extremamente abrangente, que estuda de forma integrada indivíduos e espécies, levando em conta as transformações que ocorrem ao longo do tempo - evolução -, constituição dos organismos, comportamento e formas de interação entre outras espécies e o meio ambiente (ARAÚJO *et al*, 2018)

Nesse sentido, a percepção do aluno E1 acerca da relação existente entre Genética e Evolução, mostra-nos que existiu, em algum momento, a construção de um caminho de aprendizagem por ele - que é o esperado quando se trabalha o tema Genética - e que o aluno fora capaz de enxergar além dos nomes difíceis e cálculos de probabilidade.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2002), a Genética deve ser trabalhada em sala de aula de uma forma que oportunize aos alunos o desenvolvimento de competências e habilidades que os permita entender, descrever e caracterizar a molécula de DNA, correlacionando tal estrutura à transmissão de caracteres hereditários, além de ainda entender a relação intrínseca que existe entre as mutações e alterações no código genético com o que pode se chamar de diversidade planetária. Entendendo essa relação, o aluno compreende os mecanismos de evolução e traz uma significação maior para o seu aprendizado.

### Análise da categoria: constituição do ser vivo

A última categoria observada entre os alunos do 3º ano aponta a associação constatada pelos discentes da Genética como área responsável pela criação da identidade e que é capaz de proporcionar entendimento sobre de onde vim e para onde vou. No que concerne esse olhar para a Genética, a BNCC (BRASIL, 2018) trouxe em sua redação a descrição das habilidades necessárias para alinhar, de forma conjunta e interdisciplinar, o trabalho de Genética com o estudo da Evolução Biológica e Biologia da conservação.

A BNCC suscita um importante debate sobre o ensino de Genética. De acordo com o texto, o aprendizado de Genética é fundamental para o entendimento e compreensão das discussões ocorridas na sociedade (BRASIL, 2018). Dessa forma, ela prevê uma revisão dos currículos das redes de Educação para o Ensino Médio, o que já vem ocorrendo em todas as Unidades da Federação (SILVA, 2021) e que já fora implantado no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2021, que traz os livros de Ensino Médio reformulados.

A contextualização dos temas é importante para aproximar o aluno do que está sendo abordado, visto que ele já tem contato com a temática em diferentes momentos de sua vida, seja pela mídia, redes sociais, educação formal, entre outros. Temas como manipulação vegetal – com vistas à otimização da cadeia produtiva de alimentos – e pesquisa com células-tronco com o intuito de produzir medicação e tratamentos para doenças são alguns dos exemplos (ZATZ, 2012).

### O que é o DNA para você?

Na segunda pergunta, queríamos verificar a concepção sobre um dos termos mais utilizados no ensino de Genética, que é o DNA. A análise e a interpretação das respostas nos permitiram extrair o mesmo tema para ambas as turmas estudadas, o qual foi: *Concepções Discentes sobre DNA*. Sendo assim, as respostas do 1º ano foram divididas em duas categorias e as do 3º ano foram divididas em três, conforme os quadros 4 e 5, respectivamente.

Quadro 4 – Categorização das respostas sobre a concepção dos alunos de 1º ano sobre o conceito de DNA.

Tema: Concepções sobre DNA	
Questão: O que é DNA para você?	
Categorias	Unidades de Contexto
Informação/Instrução Genética	<p>Aquela escadinha em espiral <i>que tem as informações mais importantes sobre você</i> (A1).</p> <p>O DNA para mim é também a Genética da pessoa, <i>é algo que vem dos parentes da família da pessoa</i> (A4).</p> <p>Um composto que <i>contém as características hereditárias</i> (A12).</p> <p>Eu acho que é o lugar onde <i>fica guardado as características de um ser vivo</i> (A13).</p> <p>É <i>onde estão as minhas características</i>, que foram passadas dos meus pais para mim (A16).</p> <p>O DNA <i>coordena o desenvolvimento e funcionamento</i> de todos (A19).</p> <p>Proteína que <i>faz a caracterização do seu corpo</i> (A22).</p> <p>Todo mundo possui e <i>dentro dele está todas (a maior parte...) as características da pessoa</i> (A24).</p>

	<p>O ácido desoxirribonucleico é um composto orgânico cujas moléculas contêm as <i>instruções genéticas que coordenam o desenvolvimento e funcionamento de todos os seres vivos</i> e alguns vírus, e que transmitem as características hereditárias de cada ser vivo (A26).</p> <p>Material genético presente em nosso organismo <i>que mostra sobre minha hereditariedade, ou seja, junção de genes dos meus pais</i> (A27).</p> <p>Uma molécula presente no núcleo das células dos seres vivos <i>que carrega toda a informação genética de um organismo</i> (A31).</p>
Terminologia	<p><i>Deoxyribonucleic acid</i> em inglês, ou em português <i>ácido desoxirribonucleic</i> (A10).</p> <p><i>Ácido desoxirribonucleico</i> (A11).</p> <p><i>Ácido desoxirribonucleico</i> (A28).</p>

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Quadro 5 - Categorização das respostas sobre a concepção dos alunos de 3º ano sobre o conceito de DNA.

Tema: Concepções sobre DNA	
Questão: O que é DNA para você?	
Categorias	Unidades de Contexto
Informação/Instrução Genética	<p>Ajuda na <i>formação das nossas características</i> (E1).</p> <p>É o que <i>carrega as características de cada ser vivo</i> (E2).</p> <p><i>Código genético</i> do nosso corpo (E9).</p> <p>Todas as <i>características genéticas de um ser vivo</i> (E10).</p> <p>Como disse anteriormente na minha resposta sobre genética, é uma molécula semelhante a uma mola <i>herdada de nossos pais que tem toda a informação para fazer nosso corpo funcionar</i> (E15).</p> <p>DNA <i>contém todas as informações genéticas</i>, é isso faz com que ele comande o funcionamento e desenvolvimento humano (E16).</p> <p>É onde fica guardado <i>nosso código genético e contém nossas características</i>, e esses podem ser categorizados (E17).</p> <p>O que guarda <i>os dados do nosso organismo, externa e internamente</i> (E21).</p> <p>Acho que a definição que mais faz sentido para mim é o <i>material genético que codifica o ser humano</i> (E22).</p> <p>É <i>uma sequência de informações</i> que os seres vivos recebem através de um parente ou ancestral para formar o corpo biológico (E24).</p> <p>É como se fosse nossa bolsa de carga genética, <i>onde iremos achar nossa herança genética</i> (E27).</p> <p>É <i>o material genético</i> responsável pela <i>manifestação das características herdadas pelos genes</i> (E28).</p>
Característica estrutural do DNA	<p><i>Sequência de nucleotídeos</i> (E3).</p> <p>Material genético de <i>dois filamentos composto por: Citosina, Guanina, Timina e Adenina</i> (E7).</p> <p>É um <i>ácido nucleico que possui os genes</i> (E13).</p> <p>DNA para mim, <i>são 2 fitas que se complementam</i> formando uma sequência, <i>com várias opções de código (ATCG)</i> (E23).</p> <p>É um <i>ácido nucleico que armazena a informação genética</i> dos seres vivos (E29).</p>
Autorreconhecimento da relação DNA/corpo	<p>DNA é a parte onde nós estudamos <i>o nosso desenvolvimento e a nossa genética</i> (E11).</p> <p>DNA <i>é o que nós somos</i>. Ele que <i>mostra nossas características</i> (E14).</p>

*É quem eu sou, algumas de minhas características (E20).*

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A BNCC destaca, dentro das competências específicas para o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio, a importância do conhecimento dos seres vivos com relação a sua conformação e funcionamento e, mais especificamente no ensino de Genética, reitera a necessidade de:

explorar como os avanços científicos e tecnológicos estão relacionados às aplicações do conhecimento sobre DNA e células pode gerar debates e controvérsias – pois, muitas vezes, sua repercussão extrapola os limites da ciência, explicitando dilemas éticos para toda a sociedade. (BRASIL, 2018, p. 554).

Dentre os assuntos mais relevantes da Genética, destaca-se o DNA, que de tanta veiculação na mídia, acabou transpassando os muros escolares. Seu modelo em dupla hélice é supostamente uma das mais representadas na atualidade, sendo associada a produtos comerciais e muito utilizada como ícone da Ciência (JANN; LEITE, 2010).

#### **Análise da categoria: informação/instrução genética**

A relação observada entre a molécula de DNA e as informações que ela traz para a constituição do ser foram apontadas pelos alunos nas unidades de contexto que compuseram essa 1ª categoria de resposta tanto para o 1º ano do Ensino Médio quanto para o 3º ano.

O conceito de DNA é abstrato (TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2018) e nos chamou atenção as respostas na 1ª categoria as quais conseguiram relacionar a molécula com sua função (de forma superficial), mesmo sem ainda fazerem a relação DNA x proteína. Dentre essas respostas, podemos destacar duas unidades de contexto, uma de um aluno de primeiro ano, que reportou: “O ácido desoxirribonucleico é um composto orgânico cujas moléculas contêm as *instruções genéticas que coordenam o desenvolvimento e funcionamento de todos os seres vivos* e alguns vírus, e que transmitem as características hereditárias de cada ser vivo” (A26). Além desse, um aluno do 3º ano escreveu: “É o *material genético* responsável pela *manifestação das características herdadas* pelos genes” (E28).

Entretanto, ao realizar uma busca mais atenta na internet, foi possível observar que a resposta apresentada pelo estudante A26 fora retirada na íntegra do site Wikipedia, ficando caracterizada por uma forma de plágio. De acordo com Krokosz (2011), considera-se plágio uma ação realizada na cópia de ideia, estrutura ou pesquisa – em sua totalidade ou fragmentos – de um trabalho ou página da internet sem citar a fonte ou fazer uma referência ao autor.

Essa prática, já usual entre os estudantes mesmo antes da pandemia, com o advento do ensino remoto decorrente do distanciamento social, tornou-se um ponto a ser ainda mais combatido e, mesmo que os discentes estivessem a responder uma pesquisa cujos resultados não seriam avaliados na disciplina de Biologia, alguns recorreram à forma mais “rápida” de responder ao questionário.

#### **Análise da categoria: terminologia**

A segunda categoria que emergiu das análises das respostas dos alunos do 1º ano foi *Terminologia*. Nessa categoria, apenas foram inseridas as respostas que tão somente citavam a

decodificação da sigla DNA. Essa última categoria fora analisada de forma conjunta com a segunda categoria entre os alunos do 3º ano, que foi *Característica Estrutural do DNA*. Tanto na primeira classificação quanto nessa segunda, é perceptível que os estudantes somente abordavam a terminologia ou a estrutura da molécula, não fazendo correlação com sua função, tal qual observado na análise da primeira categoria descrita. Esses últimos dados corroboram com aqueles observados no estudo de SAKA e colaboradores (2006), que também observaram que os alunos faziam referências à estrutura e à composição do DNA, mas falhavam na descrição de suas funções.

Essa dificuldade de estabelecer relações entre a molécula, a meiose, a variabilidade genética e a hereditariedade é perceptível entre os alunos da mesma forma que o modelo dupla hélice que, como já mencionado nessas linhas, um dos modelos mais disseminados na sociedade e nos livros didáticos da educação básica e que demanda conhecimento de forma e função a fim de ser compreendido (ANDRADE; CALDEIRA, 2009), da mesma forma que conseguimos observar explicações próprias para explicar fenômenos científicos. Entretanto, a inexistência de conexões entre os conceitos – também já descrita aqui – ou as conexões construídas de maneira incorreta, tornam as explicações incompletas e, inclusive, muitas vezes inconsistentes (PEDRANCINI *et al.*, 2007).

#### **Análise da categoria: autorreconhecimento da relação DNA/corpo**

A análise das respostas do 3º ano ainda nos brindou com esta última categoria, percepção de se inserir no processo foi uma grata surpresa, visto que dois terceiranistas se incluíram e entenderam o DNA como também parte de quem ela(e) é. Destacamos a seguinte unidade de contexto: “DNA é o que nós somos. Ele que *mostra nossas características*” (E14).

Pudemos observar, de forma mais evidente, uma visão antropocêntrica da vida nessa última categoria, ao fazer uma análise da 1ª categoria que versava sobre *Informação/ Instrução Genética*, como se fossemos o centro de todo o processo. De certa forma, isso pode ter sido também influência da mídia ou até de aulas de Ciências que abordam tal visão. No trabalho de Barbosa e Bazzo (2014), os autores também observaram essa visão ao fazerem o questionamento de onde fica o DNA, tendo um estudante respondido que “o DNA se encontrava em cada cidadão”.

Um ponto a salientar com relação ao entendimento do aluno dessas terminologias é o já retratado em um estudo de Silveira e Amabis (2003) sobre o aprendizado somente do significado dos termos, não de suas especificidades e funções. Nesse estudo, alguns alunos afirmaram que “todas as células possuem material hereditário”, porém não conseguiam afirmar que neurônios ou células epiteliais possuíam cromossomos, genes ou DNA. Isso contribui ainda mais para essa reflexão necessária: como está sendo conduzido esse processo de ensino?

#### **E a relação DNA & proteína?**

Diante dessas inquietações, optamos por trazer uma questão que também versava sobre o DNA, porém exigia um pouco mais de conhecimento. Nela, fora solicitado aos estudantes que explicassem a relação entre DNA e síntese de proteínas.

Essa indagação deixou de ser respondida por muitos alunos. Então, antes de apresentarmos os dados, cabe dizer que, dentre os alunos do 1º ano – um total de 32 alunos –, apenas 9 intentaram responder à questão. Os outros limitaram-se a escrever tão somente “não saber a relação”. Entre os alunos de 3º ano – um grupo de 30 indivíduos –, apenas 13 buscaram responder à questão. Os demais também se limitaram a digitar “não saber a relação”. Após a

análise das respostas por tematização, observados nos quadros 6 e 7, respectivamente, obtivemos um único tema: *Tradução do DNA em Proteína*.

Quadro 6 - Categorização das respostas dos alunos de 1º ano sobre a relação entre DNA e proteínas.

Tema: Tradução do DNA em Proteína	
Questão: Explique a relação entre o DNA e a síntese de proteínas:	
Categorias	Unidades de Contexto
Papel do DNA na produção de proteínas	<p>O DNA controla a síntese de proteína (A10).</p> <p>O DNA controla a síntese de proteínas que participam de enzimas do metabolismo celular (A14).</p> <p>É ele que passa as informações para a síntese (A22).</p> <p>Na síntese proteica, a informação contida no DNA é transcrita para o RNAm e, em seguida, traduzida numa sequência de aminoácidos, formando a proteína. A síntese proteica é o processo de formação das proteínas (A26).</p> <p>O DNA determina a síntese proteica, utilizando o mecanismo de produção de proteínas (A28).</p> <p>O DNA é o material genético encontrado no núcleo da célula que em sua composição encontra-se adenina, guanina, citosina e timina em seu nucleotídeo que se traduz em proteína. [...] Por isso, o DNA através da transcrição para o RNA controla a síntese de proteínas as quais participam enzimas do metabolismo celular (A31).</p>

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Quadro 7 - Categorização das respostas dos alunos de 3º ano sobre a relação entre DNA e proteínas.

Tema: Tradução do DNA em Proteína	
Questão: Explique a relação entre o DNA e a síntese de proteínas:	
Categorias	Unidades de Contexto
Papel do DNA na produção de proteínas	<p>O DNA se agrupa em códons e eles produzem proteínas que dão as nossas características. Dependendo dos códigos e dos códons formados, podem ter mutações genéticas (E1).</p> <p>O DNA é quem possui o códon, que se juntará a um anticódon e formará a proteína (E3).</p> <p>O DNA possui as suas bases nitrogenadas e nelas possuem uma síntese de proteínas (E5).</p> <p>A síntese de proteínas é a tradução do DNA (E6).</p> <p>Para que a síntese de proteínas ocorra é preciso do DNA, que é transcrito para o RNAm, depois é realizada a tradução formando a proteína (E13).</p> <p>A síntese proteica faz parte de composição do DNA. Adenina, timina, guanina e citosina são exemplos de proteínas (E14).</p> <p>O DNA gera um RNA que é responsável pela síntese proteica (E19).</p> <p>Por meio da sequência do DNA, a célula decodifica e sabe quais as proteínas necessárias (E21).</p> <p>O DNA possui o RNA mensageiro que faz a síntese de proteínas, a partir de adenosinas, guaninas, citosinas etc., onde se formam aminoácidos que nada mais são que a base para construção de proteínas (E25).</p> <p>O DNA é basicamente onde se localiza nossa carga genética e síntese de proteínas é a transcrição, tradução desse DNA (E27).</p> <p>É o mecanismo de produção de proteínas determinado pelo DNA (E30).</p>

Fonte: Elaborado pelas autoras.

É preciso que nos atentemos sobre esse expressivo número de alunos que sinalizou não saber a relação existente entre DNA e proteínas, apesar de muitos deles terem conseguido definir a molécula de DNA, terem identificado em quais tipos celulares e microrganismos o material genético se encontra, mas não foram capazes de ir além. Nessa perspectiva, Vygotsky (2001) salienta que os conceitos científicos não se constroem no aluno tão logo ele se apropria da palavra e do conceito que essa palavra exprime. O mesmo termo pode ser apresentado pelo aluno com diferentes significações e isso nos leva, novamente, ao pensamento de uma renovação nos modelos de ensino, pois um ensino focado em definições e terminologias – abstratas em sua maioria – acabam resultando em um déficit no processo de aprendizagem (PEDRANCINI *et al.*, 2007).

Não nos cabe aqui apontar um fator único para identificarmos as causas de tais dificuldades na aprendizagem de Genética e na correlação desses conceitos, até porque muitos são os pontos a serem analisados, desde carga horária reduzida, currículo fragmentado, falta de modelos didáticos que proporcionem uma melhor visualização dos processos entre outros (TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2018).

A importância jaz na compreensão desse processo pois, apesar de a molécula de DNA ser fundamental nos processos de determinação das características genéticas, são as proteínas – não o DNA – as biomoléculas que regulam e sinalizam o funcionamento celular. O grau de organização delas vai desde a divisão celular até a morte celular, passando pela sua manutenção. Diante disso, compreender como as proteínas são produzidas, bem como a relação do DNA na sua síntese é de fundamental importância para a compreensão de vários outros aspectos da Biologia (LAZZARONI; TEIXEIRA, 2017).

#### **Análise da categoria: papel do DNA na produção de proteínas**

Dentre os que conseguiram responder nas duas turmas do estudo, mesmo com formas de grafia distintas, os sentidos dessas respostas foram muito similares, levando-nos a criar essa única categoria. Algumas das unidades de contexto observadas mostram o entendimento, por parte do aluno, do processo como um todo, tais como: “Na síntese proteica, a *informação contida no DNA é transcrita para o RNAm e, em seguida, traduzida numa sequência de aminoácidos, formando a proteína. A síntese proteica é o processo de formação das proteínas*” (A26) e “Para que a síntese de proteínas ocorra *é preciso do DNA, que é transcrito para o RNAm, depois é realizada a tradução formando a proteína*” (E13) citadas por alunos do 1º e do 3º ano, respectivamente.

No entanto, o estudante de 1º ano A26, de modo igual ao observado em sua resposta com relação à definição de DNA, optou por plagiar um texto da internet, retirando-o do site *Biologianet*. Como apontado anteriormente no texto, ao se apropriar de conceitos de outrem, o aluno está cometendo um plágio que, muitas vezes, é praticado como um redutor de esforços a serem utilizados na realização de alguma atividade proposta.

A relação da molécula de DNA que codifica um RNA-mensageiro, e ele, por sua vez é traduzido em proteínas, Watson e Crick (1953) chamaram de dogma central da Biologia, que faz referência à informação genética duplicada a uma nova molécula de DNA, como também traduzida em uma proteína. O objetivo desse dogma era transpor, de uma maneira mais simples, as complexas relações entre as macromoléculas (OLIVEIRA; SANTOS; BELTRAMINI, 2004).

Muitos alunos ainda têm dificuldade em entender o dogma. Isso foi perceptível na nossa pesquisa, tanto pelos que não conseguiram construir uma resposta quanto por algumas “*misconceptions*” observadas entre as unidades de contexto, como, por exemplo, nesta fala: “A *síntese proteica faz parte de composição do DNA. Adenina, timina, guanina e citosina são*

exemplos de proteínas” (E14), na qual um aluno do terceiro ano confunde as bases nitrogenadas com proteínas; e “O dna é quem possui o códon, que se juntará a um anticódon e formará a proteína” (E3), que faz confusão com o conceito de códon, que é uma sequência de três bases nitrogenadas de RNA mensageiro, não uma estrutura parte do DNA.

Os dados obtidos nessa questão são corroborados com os obtidos por Sant Anna (2017) em sua dissertação de mestrado. A autora propôs a utilização de metodologias diversificadas para estimular um maior interesse por parte dos alunos em temáticas como: Citologia, DNA e Síntese de Proteínas. Assim sendo, Sant Anna propôs que os alunos respondessem a uma questão que continha uma analogia sobre receita de bolo e o processo de síntese de proteínas no enunciado. De todos os alunos das duas aulas trabalhadas pela autora, apenas um aluno respondeu. Os demais deixaram a questão em branco, sinalizando a dificuldade observada no estabelecimento dessas conexões.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabemos que a análise de questionários apresenta algumas limitações, dentre elas, a não representação do processo de aprendizado que os alunos experienciam, mas sim o resultado daquele momento em que respondem às perguntas e isso pode influenciar a análise. Porém a interpretação dos dados obtidos nos permitiu vislumbrar lacunas entre a forma como o modelo do ensino de Genética é preconizado e aplicado nas salas de aula. Não cabendo aqui culpabilizar ninguém, nem docentes e nem discentes, porém refletir e sugerir mudanças.

Cabe ressaltar que os resultados obtidos nesse estudo vão ao encontro de outros publicados com o mesmo objetivo de acessar o que os alunos entendem sobre Genética e DNA. Nesse ínterim, todos apresentam uma urgência na renovação metodológica para que os conteúdos da Genética Clássica, mais conhecida como Mendeliana ou de transmissão, núcleo e cromossomos, divisão celular e síntese proteínas sejam trabalhados no mesmo ano de escolaridade. Alguns autores inclusive classificam esses conteúdos como estruturantes ao ensino de Genética, sendo de extrema relevância que sejam trabalhados de forma conjunta, oportunizando ao aluno uma visão global do processo, contribuindo assim para uma maior significação do aprendizado.

A formação de professores precisa também ser revista, pois muitos dos docentes não sabem como fazer diferente e nem seguir as orientações da BNCC, que sugere que o ensino de Genética seja trabalhado transpassando diferentes tipos de conteúdo dentro de Biologia. Isso demanda tanto um olhar interdisciplinar como uma pré-disposição a quebrar alguns paradigmas como usar apenas o livro didático durante as aulas. Trazer as demandas sociais existentes nos contextos dos estudantes é ainda outro ponto fundamental para que a Genética seja mais bem compreendida e consiga oportunizar aos alunos o uso do aprendizado nas situações do dia a dia na sociedade.

A utilização da tematização nos permitiu analisar respostas que, mesmo com grafias distintas, conseguia compor uma única categoria de análise. Explorar essas categorias possibilitou uma melhor compreensão de como esses alunos pensavam a Genética e o DNA, bem como entender se faziam ou não a relação do DNA com a síntese de proteínas. Diante das análises, foi notório a percepção de que muitos dos alunos compreendem as terminologias, mas não conseguem aplicá-las nem fazer relação com outras áreas, o que dentro do aprendizado de Genética é essencial. Portanto, uma sugestão seria um ensino com maior contextualização utilizando diferentes recursos metodológicos para uma maior aproximação dos estudantes,

reestruturação dos livros didáticos e currículos e, por último, que utilizasse os conteúdos estruturantes com o objetivo de auxiliar na construção de uma significação dos aprendizados.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, Antônio Carlos Rodrigues. O que foge do olhar das reformas curriculares: nas aulas de biologia, o professor como escritor das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência e Educação**, [s. l.], [s. n.], n. 7, v. 1, p. 47-65, 2001.

ANDRADE, Mariana Ap. Bologna Soares; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. O modelo de DNA e a biologia molecular: inserção histórica para o ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia**. SP, v. 4, p. 139-165, 2009. Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-05-MarianaAndrade-Ana-Maria-Caldeira.pdf>. Acesso em: 31 de ago. de 2018.

ARAÚJO, Maurício dos Santos; FREITAS, Wanderson Lopes dos Santos; LIMA, Sintiane Maria de Sá; LIMA, Michelle Mara de Oliveira. A genética no contexto de sala de aula: dificuldades e desafios em uma escola pública de Florianópolis-PI. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, Cruzeiro do Sul. v. 9, n. 1, p. 19-30, jan-mar, 2018. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1300>. Acesso em: 01 de set. de 2020.

BARBOSA, Leila Cristina Aoyama; BAZZO, Walter Antônio. A escola que queremos: É possível articular pesquisas ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e práticas educacionais? **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos, UFSCAR, v. 8, n. 2, p. 363-372, 2014. Disponível em <http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/890>. Acesso em: 6 de out. de 2020.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução: L. A. Reto, A. Pinheiro, 1ª ed. São Paulo: Edições 70, 2011.

BELMIRO, Michel Stórquio; DE BARROS, Marcelo Diniz Monteiro. Ensino de genética no ensino médio: uma análise estatística das concepções prévias de estudantes pré-universitários. **Revista Práxis**, Volta Redonda, UNIFOA, v. 9, n. 17, p. 95-102, 2017. Disponível em <http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/praxis/article/view/771/1169>. Acesso em: 25 de nov. de 2020.

BORGES, Regina Maria Rabello; LIMA, Valderez Maria do Rosário. Tendências contemporâneas do ensino de biologia no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo (Espanha), UVIGO, v. 6, n. 2, p. 165-175, 2007. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/REEC/spanish/REEC\\_older\\_es.htm](http://reec.uvigo.es/REEC/spanish/REEC_older_es.htm). Acesso em: 20 jul. 2017.

BRANCO, Patrícia Valéria Castello; CASTRO, Muryllo Santos; SILVA, Vera Lucia Maciel. O desafio de ensinar e aprender Genética em uma escola pública de ensino fundamental. **Pesquisa em Foco**. São Luís, UEMA. v.24, n.1, p. 121-141, jan.-jul. 2019. Disponível em:

[https://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA\\_EM\\_FOCO/article/download/2031/1478/5501](https://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA_EM_FOCO/article/download/2031/1478/5501). Acesso em: 24 de out. de 2019.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular. Parecer CEB Nº 4**, Brasília: MEC, 2018.

BRASIL (Ministério da Educação/SEF). **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (PCN+): ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 1997. 136p.

CID, Marília; NETO, António José dos Santos. **Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética**. Enseñanza de las Ciencias, Vigo (Espanha), UVIGO. (Extra), p. 1-5. 2005.

COSTA, Marco Antônio Ferreira da; COSTA, Maria Fátima Barrozo da. **Projeto de Pesquisa: entenda e faça**. 5ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

FONTOURA, Helena Amaral da (Org). **Formação de Professores e diversidades culturais: múltiplos olhares em pesquisa**. Niterói: Intertexto Editora e Consultoria, 2011.

FONTOURA, Helena Amaral da. Revisitando dados e refletindo sobre o uso de vídeo em etnografia. In: FONTOURA, Helena Amaral; MATTOS, Carmen Lúcia Guimarães. **Etnografia e educação: relatos de pesquisa**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2009.

JANN, Priscila Nowaski; LEITE, Maria de Fátima. Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. **Ciências & Cognição**, [s. l.], [s. n.], v. 15, n. 1, p. 282-293, 2010. Disponível em: [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-58212010000100022](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212010000100022). Acesso em: 31 de out. de 2019.

JUSTINA, Lourdes Aparecida Della. **Ensino de genética e história de conceitos relativos à hereditariedade**. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação) 2001. UFSC, Florianópolis. 137 p.

KLAUTAU-GUIMARÃES, Maria de Nazaré.; OLIVEIRA, Silviene Fabiana de.; AKIMOTO, Arthur Kenji; HIRAGI, Cassia de Oliveira; BARBOSA, Luzirlane dos Santos.; ROCHA, Dulce Maria Sucena; CORREIA, Antonio. **Combinar e recombinar com os dominós**. Genética na Escola, Brasília, UNB. v. 3, n. 2, p. 1-7. 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/232747648\\_Combinar\\_e\\_recombinar\\_com\\_os\\_dominos/link/00b7d538339994d57f000000/download](https://www.researchgate.net/publication/232747648_Combinar_e_recombinar_com_os_dominos/link/00b7d538339994d57f000000/download). Acesso em: 12 de mar. de 2020.

KROKOSZ, Marcelo. Abordagem do plágio nas três melhores universidades de cada um dos cinco continentes e do Brasil. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, ANPED, v. 16, n. 48, p. 745-818. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/tKsDQfr6xgRgBNTghvQRFnK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 07 de fev. de 2022.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo. EdUSP. 2004.

LAZZARONI, Alberto Alexandre, TEIXEIRA, Gerlinde Agate Platais Brasil. Construção e aplicação de um modelo tridimensional como recurso didático para o ensino de síntese proteica. **Journal of Biochemistry Education**. [s. l.], [s. n.]. v. 15, n. 2, p. 36-48. 2017.

Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/321952885\\_Construcao\\_e\\_aplicacao\\_de\\_um\\_modelo\\_tridimensional\\_como\\_recurso\\_didatico\\_para\\_o\\_ensino\\_de\\_sintese\\_proteica](https://www.researchgate.net/publication/321952885_Construcao_e_aplicacao_de_um_modelo_tridimensional_como_recurso_didatico_para_o_ensino_de_sintese_proteica). Acesso em 28 de fev. de 2020.

LEAL, Cristianni Antunes.; SANTOS, Sheila da Mota dos; da ROCHA, Rita de Cássia Machado; LEAL, Marcello Antunes; RÔÇAS, Gisele; BARBOSA, Júlio Vianna. Concepções discentes: por que os filhos se parecem com os pais? In: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC**. Anais... Florianópolis. jul. 2017. 9p. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0386-1.pdf>. Acesso em: 11 de maio de 2022.

LEAL, Cristiane Antunes; MEIRELLES, Rosane Moreira Silva de; RÔÇAS, Giselle. O que estudantes do Ensino Médio pensam sobre Genética? As concepções discentes baseadas pela metodologia análise de conteúdo. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, Mossoró, UFRN. v. 5, n. 13, p.71-86. fev. 2019. Disponível em: <http://natal.uern.br/periodicos/index.php/RECEI/article/view/1658/2271>. Acesso em 14 de abr. de 2020.

LIMA, Josiane Ferreira de; AMORIM, Thamiris Vasconcelos; LUZ, Priscyla Santiago da. Aulas práticas para o ensino de Biologia: contribuições e limitações no Ensino Médio. **REnBio - Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**. [s. l.], [s. n.], v. 11, n. 1, p. 36-54, 2018. Disponível em: <https://sbenbio.journals.com.br/index.php/sbenbio/article/view/107>. Acesso em: 18 de nov. de 2020.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2ª edição. São Paulo: EPU. 2013.

MARTINS, Eliezer Alves; FERREIRA, Maira; DIAS, Lisete Funari. Reformas curriculares em contexto de influência e de produção de texto: proposições para o ensino de ciências no ensino médio. **Pesquisa e Debate em Educação**, Juiz de Fora, UFJF, v. 9, n. 1, p. 620-643. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/RPDE/article/view/31133>. Acesso em: 24 de abr. 2021.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, UFRGS, v.1, n.1, p. 20-39. 1996. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/645/436>. Acesso em 22 de jul. 2021.

OLIVEIRA, Talles Henrique Gonçalves de; SANTOS, Neusa Fernandes dos; BELTRAMINI, Leila Maria O DNA: uma sinopse histórica. **Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, USP. v. 2, n. 1, p. 1-16, dez. 2004. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001597153>. Acesso em: 16 de nov. de 2019.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana; CORAZZA-NUNES, Maria Júlia.; GALUCH, Maria Terezinha Bellanda; MOREIRA, Ana Lucia Olivo Rosas; RIBEIRO, Alessandra Cláudia. Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo (Espanha), UVIGO. v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5\\_Vol6\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf). Acesso em 4 de abr. de 2021.

PIERCE, Benjamin. "Introduction to Genetics". In: **Genetics: a Conceptual Approach**. Nova Iorque: W. H. Freeman, p. 1-14. 2012.

SAKA, Arzu; Cerrah, LALE; AKDENIZ, Ali Riza; AYAS, Alipasa. A cross-age study of the understanding of three genetic concepts: How do they image the gene, DNA and chromosome? **Journal of Science Education and Technology**, v.15, n.2, p.192-202, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9006-6>. Acesso em: 11 de jan. de 2020.

SANT ANNA, Karla Simões de. **Diversidade metodológica como estratégia para a aprendizagem significativa de conceitos de biologia**. Dissertação (Mestrado em Projetos Educacionais e de Ciências). Lorena, Universidade de São Paulo. 2017. 74p.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Construção do Conhecimento e Ensino de Ciências. **Em aberto**, Brasília, INEP. n. 55, p. 17-22. jul-set. 1992. Disponível em: <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/2155/1894>. Acesso em 8 de mai. de 2021.

SILVA, Cirlande Cabral da; CABRAL, Hiléia Monteiro Maciel; CASTRO, Patrícia Macêdo de. Investigando os obstáculos da aprendizagem de genética básica em alunos do ensino médio. **ETD - Educação Temática Digital**. Campinas, UNICAMP. v. 21, n. 3, p. 718-737, 2019. Disponível em doi:10.20396/etd.v21i3.8651972. Acesso em: 22 de nov. de 2020.

SILVA, Henrique Mendes da. A metodologia de resolução de problemas no ensino da Genética. **Scientia Generalis**, Patos de Minas, [s. n.]. v. 2, n. 2, p. 1-13. 2021. Disponível em: <http://scientiageneralis.com.br/index.php/SG/article/view/171>. Acesso em: 20 de ago. de 2021.

SILVEIRA, Luís Fernando dos Santos. **Uma contribuição para o ensino de genética**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2008. 116p. Disponível em <https://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/3036>. Acesso em 22 de jul. de 2021.

SILVEIRA, Rodrigo Venturoso Mendes da; AMABIS, José Mariano. **Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético?** Dissertação (Mestrado em Biologia). São Paulo, Universidade de São Paulo. 2003. 63 p. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001340443>. Acesso em: 4 de mai. de 2021

TEMP, Daiana Sonego.; BARTHOLOMEI-SANTOS, Marlise Ladvoat. O ensino de Genética: a visão de professores de Biologia. **Rev. Cient. Schola**, Santa Maria, CMSM. v.2, n.1, p. 83-95, 2018. Disponível em: [http://www.cmsm.eb.mil.br/images/CMSM/revista\\_schola\\_2018/Artigos\\_alterados/II\\_1.\\_O\\_en](http://www.cmsm.eb.mil.br/images/CMSM/revista_schola_2018/Artigos_alterados/II_1._O_en)

sino\_de\_Gen%C3%A9tica\_-\_a\_vis%C3%A3o\_de\_professores\_de\_Biologia.pdf. Acesso em: 2 de abr. de 2021.

Vygotsky, Lev Semenovich. (2001). **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes.

WATSON, J. D., CRICK, F. H. C. (1953), A structure for Deoxyribose Nucleic Acid. *Nature*, 171 (4356): 737-738. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/171737a0>. Acesso em 11 de maio de 2022.

ZATZ, Mayana. **Genética**: a escolha que nossos avós não faziam. São Paulo: Globo, 2012.

**Submetido em:** novembro de 2021

**Aprovado em:** abril de 2022