

PERCEPÇÕES DE ESTUDANTES DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS SOBRE A PRESENÇA DAS MUTAÇÕES NO SEU COTIDIANO

PERCEPTIONS OF BIOLOGICAL SCIENCE STUDENTS ABOUT THE PRESENCE OF MUTATIONS IN THEIR EVERYDAY LIFE

Vanessa de Souza Leite¹, Renata Fernandes de Matos²

Recebido: junho/24 - Aprovado: dezembro/24

RESUMO: As mutações podem ser compreendidas como alterações, que ocorrem no material genético, decorrentes de erros durante os processos de replicação, recombinação, reparo e expressão gênica. O presente trabalho teve por objetivo investigar as percepções de estudantes de Ciências Biológicas sobre a presença das mutações no seu cotidiano. Foi desenvolvida uma pesquisa quali-quantitativa com alunos de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade pública do município de Iguatu, Ceará. Participaram da pesquisa alunos do 5º ao 9º semestre, os quais já haviam cursado a disciplina de Genética, sendo 10 alunos de cada semestre, resultando em 50 participantes. Os dados foram coletados por meio de um questionário online. As informações quantitativas foram analisadas pela estatística descritiva; e as qualitativas pela análise de conteúdo e construção de nuvens de palavras. Os resultados mostram que a maioria dos alunos consegue associar as mutações ao seu cotidiano, o que envolve o contexto animal, vegetal e microbiológico, identificando-se uma adequada associação com os alimentos e a variabilidade genética. Conclui-se que os conhecimentos sobre mutação são diretamente associados pelos licenciandos do curso de Ciências Biológicas investigado com o seu cotidiano, o que é confirmado pelos diferentes exemplos e situações que estes apresentaram.

PALAVRAS-CHAVE: genética, ensino, aprendizagem.

ABSTRACT: Mutations can be understood as changes that occur in the genetic material, which occur as a result of errors during the gene expression process. The present work aimed to investigate the perceptions of Biological Sciences students about the presence of mutations in their daily lives. Quali-quantitative research was developed with students from a Bachelor's degree in Biological Sciences at a public university in the city of Iguatu, Ceará. Students from the 5th to the 9th semester, who had already taken the Genetics discipline, participated in the research, 10 students from each semester, resulting in 50 participants. Data were collected through an online questionnaire. Quantitative information was analyzed using descriptive statistics; and qualitative ones through discourse analysis and construction of word clouds. The results show that the majority

- 1 <https://orcid.org/0009-0004-8020-1669> Licenciada em Ciências Biológicas pela Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu (FECLI) / Universidade Estadual do Ceará (UECE). Avenida Dário Rabelo, Vila Santo Antônio, CEP 63500-000, Iguatu, Ceará, Brasil. E-mail: vanessa.leite@aluno.uece.br
- 2 <https://orcid.org/0000-0003-4394-5218> Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora Adjunta da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil. Campus do Pici, Departamento de Fitotecnia, Bloco 805, 60440-554, Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: renata.matos@ufc.br





of students are able to associate the mutations with their daily lives, which involves the animal, plant and microbiological context, identifying an adequate association with food and genetic variability. It is concluded that knowledge about mutation is directly associated by undergraduate students of the Biological Sciences course investigated with their daily lives, which is confirmed by the different examples and situations they presented.

KEYWORDS: genetics, teaching, learning.

Introdução

As mutações são alterações que ocorrem no material genético em virtude de erros durante o processo da expressão gênica (SANTOS; FACCINI; FAGUNDES, 2020). O seu conhecimento só foi possível após a elucidação da estrutura e do funcionamento das moléculas de DNA e RNA, levando, atualmente, à compreensão de seus mecanismos de ocorrência e implicações para os indivíduos portadores (SILVA et al., 2019).

As mudanças no material genético são desencadeadas, sobretudo, durante a divisão celular, o que pode ocasionar problemas de diferentes ordens aos indivíduos portadores. Contudo, apesar do intenso efeito sobre o material genético, parte das mutações não provoca consequências para os organismos, podendo, algumas vezes, nem ser percebida a sua ocorrência (CARLOS, 2014).

Dessa forma, alterações podem, ou não, ser percebidas na proteína codificada após uma mutação. E, ao se considerar uma população de indivíduos, independentemente da espécie, a identificação das mutações é possível para apenas 1% destes, o que as faz ser consideradas um evento raro (LIMA, 2017).

Contudo, é por causa das mutações que existe a variabilidade genética, tanto para o indivíduo isolado, como para a sua população. Esta variabilidade ocorre em função de alterações no DNA, seja em nucleotídeos isolados, ou em sequências desses, sendo possível com isso explicar a origem e a diversidade da vida; a formação de novos genes; as diversas formas de adaptação (tanto da fauna como da flora); e o processo de evolução (AMARAL, 2020).

Tais alterações podem ocorrer nos tecidos germinativos ou somáticos. Mutações germinativas são hereditárias, ou seja, ocorrem nos gametas dos genitores e são transmitidas para os descendentes (TIMOTEO, 2016). Já as mutações somáticas ocorrem em determinada parte dos tecidos somáticos, o que não engloba os gametas, não sendo assim transmitidas através das gerações (LIMA, 2017).

As mutações podem ocorrer de forma espontânea ou induzida. Mutações espontâneas são decorrentes de erros na formação do material genético, os quais não são percebidos pela enzima DNA polimerase, à qual é responsável pela realização de reparos nessa situação. Mutações desse tipo são as mais comuns, pronunciando-se de maneira não programada e de uma forma pela qual não é possível prever, exatamente, o seu resultado nos organismos portadores (CARLOS, 2014).

Já as mutações induzidas são resultantes da exposição do material genético a algum agente que lhe causa alterações, como os diferentes tipos de radiação e as variadas substâncias químicas. Essas



mutações são induzidas mediante objetivos pré-estabelecidos, sendo possível prever a alteração final que será manifestada no indivíduo portador, o que lhes possibilita uma gama de aplicação (CARLOS, 2014).

Tanto as mutações espontâneas como as induzidas podem ser de dois tipos: gênicas ou cromossômicas. Mutações gênicas são oriundas de alterações nos nucleotídeos do DNA, podendo ser do tipo substituição, inserção ou deleção; e mutações cromossômicas se originam de alterações em segmentos dos cromossomos, podendo ser do tipo duplicação, deleção, inversão ou translocação. Essas apresentam diferenças quanto à frequência de ocorrência, fatores indutores e, sobretudo, quanto às alterações que ocasionam (TEIXEIRA, 2015).

O tema mutação apresenta uma grande aplicabilidade no dia a dia, uma vez que produtos resultantes de alterações genéticas podem ser observados em diversas situações do cotidiano, sejam esses de origem animal, vegetal ou microbiológica. Dessa forma, ter conhecimentos sobre as mutações, além de facilitar o entendimento de fenômenos diversos da Biologia, possibilita uma melhor vivência diária, o que apresenta impacto direto na aplicabilidade desse tema (PEDROTTI, 2017).

Investigações sobre a associação das mutações com o cotidiano é algo necessário no contexto acadêmico, visto que muitos alunos ainda acreditam que só existem mutações maléficas, e, por vezes, podem até ter preconceitos sobre o assunto. Por não compreenderem os benefícios que também podem ser proporcionados pelas mutações, muitos alunos acabam desprezando o tema ou não se aprofundando no seu estudo, o que apresenta implicações diretas para a sua formação (LUNA, 2011).

Em contrapartida, cada vez mais é perceptível o quanto à genética está presente no cotidiano, seja pela grande quantidade de alimentos geneticamente modificados, pelas técnicas de terapia gênica ou pelos trabalhos de clonagem desenvolvidos (GRIFFITHS et al., 2016). Esses assuntos devem ser estudados no ensino médio e aprofundados no ensino superior, sobretudo quando se consideram os cursos de Ciências Biológicas, levando assim à compreensão das aplicações e implicações das mutações (SILVA; KALHIL, 2017).

Nesse contexto, é importante destacar que:

O Ensino de Genética vem enfrentando algumas dificuldades, dentre elas: despertar o interesse dos alunos, fazê-los entender processos que envolvem conceitos abstratos e descobrir formas de ajudá-los a perceber a relação que existe entre os conhecimentos científicos e o cotidiano (HERMANN; ARAÚJO, 2013, p. 2).

Os conceitos trabalhados no ensino de Genética, em especial sobre as mutações, são vistos como muito difíceis pelos estudantes, de forma que apenas com a junção da teoria e prática é possível um bom entendimento (ARAÚJO et al., 2018). As dificuldades para o aprendizado se devem a diversos fatores, entre eles a existência de variados termos, os quais são específicos ao conhecimento da Biologia e nem sempre possibilitam uma aplicação prática no dia a dia dos estudantes (ARAÚJO; GUSMÃO, 2017).

Diante dessa realidade, o presente estudo teve por objetivo conhecer as percepções de estudantes de Ciências Biológicas sobre a presença das mutações no cotidiano.



Metodologia

Para a realização da presente pesquisa foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa, compondo assim uma pesquisa do tipo mista, o que possibilitou uma melhor investigação do tema. A pesquisa qualitativa possibilita realizar a interpretação dos dados valorizando o sentido que os entrevistados atribuem ao tema pesquisado (PINTO; CAMPOS; SIQUEIRA, 2018). Já a quantitativa torna possível a demonstração das informações de forma quantificada, identificando o quanto os sujeitos conhecem sobre o tema trabalhado (PROETTI, 2017).

O público participante da pesquisa foram os alunos de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, o qual é ofertado por uma Instituição de Ensino Superior situada no município de Iguatu, região Centro-Sul do estado do Ceará. Trata-se de uma instituição pública que recebe alunos de diversas cidades da região, a qual se encontra a 365 km da capital, Fortaleza.

O referido curso apresenta nove semestres, sendo a pesquisa realizada com os alunos do 5° ao 9° semestres, uma vez que estes precisavam já ter cursado a disciplina de Genética para então ter visto o tema mutação, sendo essa disciplina ofertada no 4° semestre. Foram entrevistados 10 alunos de cada semestre, o que resultou em um total de 50 participantes.

A coleta de dados se deu por meio da aplicação de um questionário semiestruturado, composto por perguntas fechadas e abertas. Este foi aplicado de forma *online*, sendo elaborado por meio da plataforma *Google Forms* e enviado aos alunos por meio do *e-mail* institucional. Segundo Gil (2010), o questionário é um excelente instrumento para a obtenção de dados, o qual possibilita aos indivíduos apresentarem informações relevantes sobre o assunto pesquisado.

Junto ao questionário, foi apresentado aos alunos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual encontrava-se no início do questionário e indicava que, ao iniciar seu preenchimento, os alunos concordavam com a apresentação e posterior utilização das informações para fins acadêmicos/científicos. Esse documento também indicava que a participação era voluntária e que os alunos não sofreriam nenhum dano pelas informações apresentadas, estando de acordo com os aspectos éticos e legais que são determinados pela Lei 510/2016, do Conselho Nacional de Saúde - CNS (BRASIL, 2016).

Para manter o anonimato dos alunos, após a coleta dos dados, eles foram codificados pela letra "A" (em referência à palavra aluno), seguida de um número, resultando nos indivíduos de A1 a A50. Dessa forma, pôde-se apresentar os resultados sem que os sujeitos sejam identificados.

A análise dos dados oriundos das questões fechadas foi realizada por meio da estatística descritiva. Para isso, foram obtidas porcentagens para as opções que haviam sido apresentadas no questionário e, na sequência, elaborados gráficos para facilitar a visualização dos resultados.

Já para as informações oriundas das questões abertas, foi realizada a análise de conteúdo, a qual possibilita compreender a percepção dos alunos em relação aos diferentes assuntos contemplados pelo tema da pesquisa (MINAYO, 2010). Foram também elaboradas nuvens de palavras por meio do *site* <http://www.edwordle.net/create.html>, as quais possibilitam identificar os termos mais citados de acordo

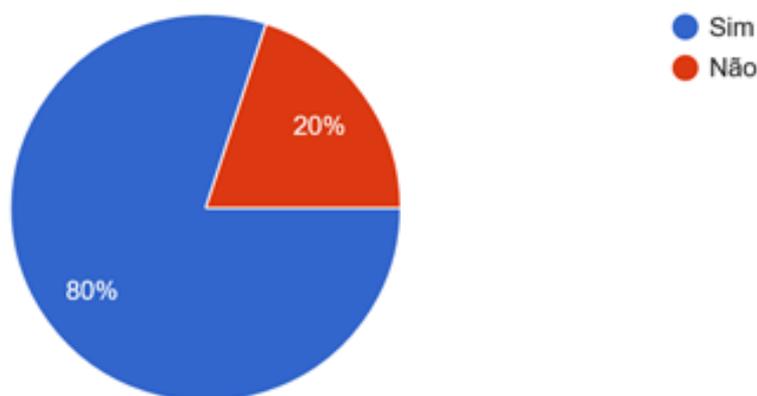


com o tamanho com que aparecem, de forma que palavras mais citadas aparecem em tamanhos maiores, enquanto palavras menos citadas aparecem em tamanhos reduzidos.

Resultados e discussão

Com base nas informações obtidas foi possível saber se os alunos conseguiam associar as mutações com o seu cotidiano, conforme pode ser observado na Figura 1. Fica claro que a maioria dos estudantes conseguem, sim, observar esse tema no seu cotidiano, o que contribui para a (re)construção do seu conhecimento, fazendo com que o conteúdo aprendido em sala não seja facilmente esquecido.

Figura 1 – Associação das mutações pelos alunos com o seu cotidiano.



Fonte: Autoria própria (2024).

Os entrevistados que indicaram não associar o conhecimento das mutações com o seu dia a dia levam a uma reflexão sobre como estes veem a aplicabilidade prática desse tema. Esta não associação talvez seja por não encontrarem um elo entre as mutações e as suas vidas, o que dificulta a assimilação do conteúdo e a sua real aprendizagem, levando a um esquecimento rápido do que estudaram.

Nesse contexto, é importante destacar que:

Os alunos trazem à sala de aula concepções prévias acerca de determinado assunto, fruto da busca por explicações para os fenômenos observados ao longo de suas vidas. Porém essas concepções são construídas dentro do contexto cultural e fruto da história singular que cada aluno possui, se distanciando, muitas vezes, do conhecimento científico. Ao chegar à sala de aula, um choque de concepções ocorre entre os conceitos prévios dos alunos e a visão cientificamente aceita exposta em sala pelo professor (PAIVA, 2015, p. 2).

Por ser um tema atual e que está em constante estudo, nem sempre os alunos conseguem acompanhar o que se é descoberto sobre as mutações, o que os leva a ter conhecimentos que nem sempre acompanham o volume de informações existente sobre o tema (ARAÚJO; GUSMÃO, 2017). Dessa forma, alguns alunos fazem apenas associações superficiais do tema com o seu cotidiano e nem sempre conseguem saber se estas são verdadeiras.



Assim, é importante ainda destacar que:

Os avanços constantes da Genética já caracterizaram nosso cotidiano e trouxeram uma nova era às Ciências Biológicas. Essa disciplina está profundamente entrelaçada com as disciplinas de Bioquímica e Biologia Molecular, uma vez que a estrutura de cada proteína, e em última instância, de cada biomolécula e estrutura celular é produto da informação codificada na sequência nucleotídica dos ácidos nucleicos da célula. Assim, modernas tecnologias, como o sequenciamento genético, a hibridização de ácidos nucleicos, a eletroforese, a reação em cadeia da polimerase e a clonagem molecular permitem mapear, decifrar e manipular o material hereditário das espécies (LOVATO et al., 2018, p. 7).

Quando perguntado como os estudantes fazem a associação das mutações com o seu cotidiano, foi possível obter os relatos apresentados nas falas a seguir:

“Quando vejo uma planta de mesma espécie com diferenças gritantes, quando vejo a má formação de um organismo vivo ou até mesmo quando um carneiro nasceu sem a mandíbula aqui no meu tio, associo tudo a mutações”. A7

“O fortalecimento de uma bactéria ou vírus que um determinado medicamento não combate mais”. A13

“Com as mutações que ocorrem no vírus da Covid-19, por exemplo”. A15

“Quando eu como um milho, por exemplo... É bem diferente da fruta “”original””... Hoje está geneticamente modificada”. A18

“Ao conhecer pessoas daltônicas, por exemplo”. A19

“As doenças adquiridas, as exposições do nosso corpo aos raios UVA pode acarretar em doenças irreversíveis como o câncer onde não existe tratamento eficaz até hoje”. A22

“As pessoas que são acometidas por síndromes e mutações”. A32

“Nas mudanças que ocorrem em animais no dia a dia”. A34

Por essas informações, é possível perceber que os alunos relataram situações diversas do seu dia a dia, o que leva a compreender que em diferentes contextos os mesmos conseguem enxergar a presença das mutações, seja em relação a animais, vegetais, microrganismos, alimentos, pessoas ou doenças. Isto, portanto, mostra que cada aluno utiliza de suas vivências para favorecer o seu aprendizado.

É importante destacar a fala do aluno A15, o qual associa as mutações com o vírus da Covid-19. Ele refere-se à Síndrome Respiratória Aguda Grave - SARS-CoV-2, a qual é causada pelo coronavírus, responsável por uma grande mortalidade em nível mundial (LE, 2020). Dessa forma, entende-se que essa associação é atribuída ao grande impacto que esta doença teve, o que está diretamente relacionado não apenas à sua vida, mas a toda a sociedade.

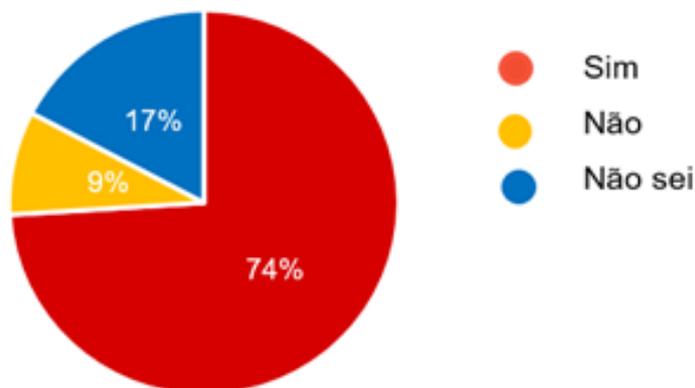
É comum que, ao realizarem associações com mutações, os alunos se remetam à ocorrência de doenças, pois essas estão presentes em diversos contextos da sua vida, seja no âmbito familiar, em grupos de amigos e até mesmo no meio acadêmico. Dessa forma, é importante destacar que existem diversos



tipos de doenças ocasionadas por mutações, como: distrofia muscular de Duchenne, a qual se origina pela deleção dos éxons 2 a 47 no gene DMD e G.T.S. (BIANCO, 2017); anemia falciforme, a qual é decorrente da substituição da base nitrogenada Adenina pela Timina na sequência GAG, passando a ser GTG (COSTA, 2016); síndrome de Down, manifestada pela presença de um cromossomo a mais no par de número 21, resultando em uma trissomia (AVELAR et al., 2019); e síndrome de Edwards, também ocasionada por uma trissomia, porém, no cromossomo de número 18 (PORTO, 2020).

Quando os alunos foram perguntados se as mutações são importantes para a alimentação, pôde-se obter os resultados presentes na Figura 2. Identifica-se que a maioria dos entrevistados afirmou que sim, o que é um dado importante uma vez que muitos alimentos consumidos atualmente são desenvolvidos com base na exploração de mutações naturais ou na indução de mutações com objetivos pré-estabelecidos, e nem sempre os consumidores têm ciência dessa realidade.

Figura 2 – Importância das mutações para a alimentação.



Fonte: Autoria própria (2024).

Pediou-se também para que os alunos que responderam sim justificassem o porquê das mutações serem importantes para a alimentação, como pode ser observado nas falas a seguir:

“A partir dessas mutações teremos maior variabilidade de alimentos”. A2

“As mutações possibilitam uma maior produtividade ou resistência”. A6

“Promovem o surgimento de novas variedades”. A9

“Através destes conseguimos induzir novas características como resistência a praga a determinados grupos de plantas”. A18

“Ajudar na durabilidade e sabor do alimento”. A20

“Ajudam no aumento da produção e na qualidade dos alimentos”. A22

“Os alimentos em que são realizadas mutações geralmente ocorrem para o melhoramento e o aproveitamento integral deste. Porém ainda não sabemos se há alguma consequência, quando o alimento consumido está no nosso organismo”. A34



Tais justificativas deixam claro que os alunos compreenderam a importância de se utilizar as mutações em prol de objetivos que beneficiam a população, por mais que esse assunto seja polêmico por envolver os Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), como identificado por (FRAGOSO; MATOS, 2024). Contudo, justificativas diversas foram apresentadas, o que mostra a importância de se explorar as mutações.

Os alunos conseguiram apresentar respostas com adequados embasamentos, como o aluno A4, que, ao mencionar a geração de variabilidade genética por meio das mutações, conseguiu estender esse mesmo pensamento para a variabilidade observada nos alimentos. Da mesma forma, o aluno A18, ao falar da importância das mutações para a resistências contra as pragas que atacam as plantas, conseguiu associar essa resistência com a produtividade vegetal.

Quando os estudantes foram indagados sobre quais alimentos eram oriundos de mutações, foi possível obter os resultados presentes no Quadro 1. A melancia sem semente, a laranja sem sementes e o milho transgênico foram os alimentos mais citados, provavelmente por terem sido vistos em sala de aula ou estarem diretamente inseridos em sua alimentação.

Quadro 1 – Alimentos que são oriundos de mutações, segundo os alunos.

Alimentos	Indicação (%)
Melancia sem semente	88,6
Laranja sem sementes	88,6
Milho transgênico	82,9
Uva roxa	20,0
Melão amarelo	5,7
Batata doce	2,9

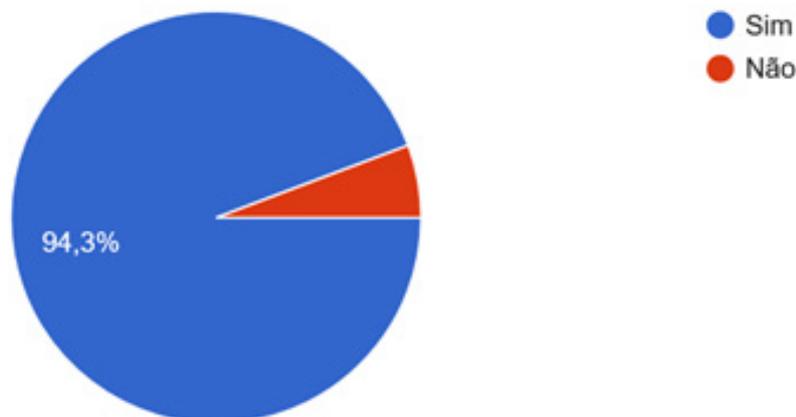
Fonte: Autoria própria (2024).

É necessário destacar que o milho é um dos exemplos mais conhecidos sobre a exploração de mutações para a obtenção de alimentos. Isso é observado na espécie desde o início de seu processo de domesticação e evolução, de forma que, ao se considerar alimentos transgênicos, o mesmo é um dos principais produzidos, sendo a espécie vegetal geneticamente mais estudada no mundo (NASS; PATERNIANI, 2000; DUARTE et al., 2009).

Os alunos foram também indagados quanto à importância das mutações para a geração da variabilidade genética, estando os resultados presentes na Figura 3. É possível observar que uma grande quantidade dos alunos (94,3%) respondeu que sim, o que indica que esses estudantes compreenderam realmente como a variabilidade genética se manifesta nos organismos biológicos, a qual é diretamente dependente das mutações.



Figura 3 – Importância das mutações para a geração de variabilidade genética.



Fonte: Autoria própria (2024).

É importante ressaltar que, para que a variabilidade genética seja gerada, as mutações podem se manifestar de diferentes formas, o que pode se dar pela ocorrência de alterações gênicas ou cromossômicas no material genético. Com isso, particularidades diferentes são observadas no produto final, o que pode resultar em benefícios ou malefícios para o organismo portador (CARLOS, 2014).

Como as mutações gênicas são oriundas de modificações na sequência dos nucleotídeos que compõem o DNA, seus efeitos são observados na produção das proteínas. Em algumas situações, essas mutações ocorrem sem que a proteína seja modificada, já em outras, podem ser observados efeitos sutis, ou mesmo efeitos drásticos no fenótipo do organismo portador (TIMOTEO, 2016).

Já as mutações cromossômicas, por ocasionar alterações no número ou na estrutura dos cromossomos, resultam em sérios problemas ao desenvolvimento do organismo portador. Elas levam a um número ou a uma posição anormal dos genes, o que também compromete a tradução das proteínas e, por consequência, a funcionalidade do organismo portador (WAWRUK, 2019).

Os alunos foram indagados também sobre onde observam a variabilidade genética, sendo possível construir a nuvem de palavras presente na Figura 4. As palavras: pele, olhos, alimentos, animais, plantas, altura, voz e cabelos aparecem em tamanhos ressaltados na nuvem, indicando terem sido essas as mais citadas, as quais representam exemplos práticos do dia a dia nos quais, de fato, a variabilidade genética está presente.



Figura 4 – Nuvem de palavras sobre onde os alunos enxergam a variabilidade genética.



Fonte: Autoria própria (2024).

Outras palavras, no entanto, foram menos citadas pelos alunos, aparecendo em tamanhos reduzidos, como: flores, cachorros, população, porte-físico, fenótipos, pessoas e tipos-sanguíneos. Isso mostra que poucos alunos realizam a associação da variabilidade genética com esses casos, apesar da mesma ser de suma importância para a sua manifestação, uma vez que as mutações estão diretamente relacionadas com tais indicações.

Possivelmente esse resultado tenha sido obtido por esses casos envolverem mutações do tipo natural, as quais, por mudanças no genoma dos organismos, é possível o aparecimento da variabilidade genética à medida que eles evoluem, como também identificado em trabalho conduzido por Leite e Matos (2022). Dessa forma, por ser um processo natural, os estudantes podem não a ter considerado ao apresentarem suas respostas.

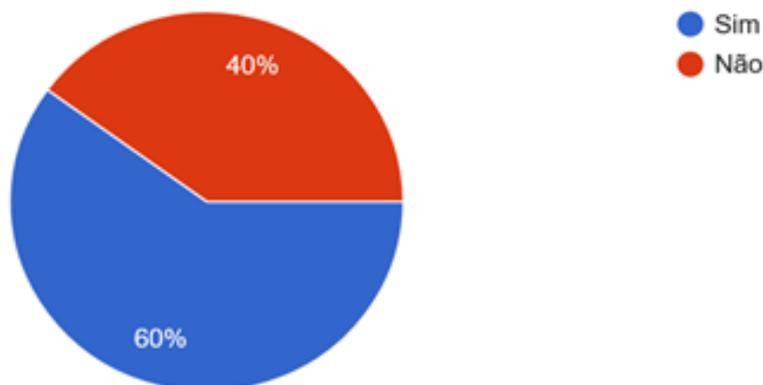
Dessa forma, é necessário destacar que:

As mutações naturais têm a vantagem de ocorrer em um ou poucos genes, o que torna possível o aproveitamento dos seus efeitos benéficos. Embora as mesmas ocorram a uma baixa frequência, podem ser perpetuadas, permanecendo assim de forma intacta. Contudo, sua detecção pode ocorrer com certa facilidade, sobretudo quando se tem grandes proporções do genótipo mutante na população (WAGNER JUNIOR; BRUCKNER, 2009, p. 151).

Buscou-se saber se os alunos conheciam alguém que fosse portador de alguma mutação, podendo-se observar, pela Figura 5, que 60% dos entrevistados responderam que sim. Esse resultado indica que tais alunos enxergam as mutações em seu cotidiano, não se restringindo à observação apenas em sua vida ou em seu próprio corpo, mas também em outras pessoas com as quais convivem ou que apenas conhecem.



Figura 5 – Alunos que conhecem portadores de mutações.



Fonte: Autoria própria (2024).

Ao buscar saber o tipo de mutação apresentada pelas pessoas que os alunos indicaram conhecer, foi possível obter o Quadro 2. Observa-se que a Síndrome de Down foi a mutação mais citada, o que condiz com a realidade, uma vez que é a síndrome genética de maior frequência na população mundial (MARTINHAGO, 2020).

Quadro 2 – Tipos de mutação apresentadas pelos portadores.

Exemplo	Indicação (%)
Síndrome de Down	66,7
Polidactilia	26,7
Tumor	6,6

Fonte: Autoria própria (2024).

Contudo, foram poucos os exemplos citados, de forma que, além da Síndrome de Down, foi indicado também a Polidactilia e o Tumor. Dessa forma, compreende-se que, ou o conhecimento dos alunos sobre esse assunto ainda é limitado, ou realmente estes não conhecem pessoas que são portadoras de alterações mutagênicas, contudo, tais exemplos devem ser mais bem contemplados nas aulas de Genética.

Considerações Finais

Com esta pesquisa foi possível perceber que os conhecimentos sobre mutação são, diretamente, associados pelos licenciandos do curso de Ciências Biológicas investigado com o seu cotidiano. Isto pode ser confirmado pelos diferentes exemplos e situações que eles apontaram, podendo tais conhecimentos ser aplicados a diversas áreas práticas da vida dos alunos, fortalecendo assim o seu aprendizado.

Pesquisas desse tipo são importantes, sobretudo ao envolverem alunos que futuramente trabalharão como professores. Quando eles conseguem compreender que, levando o conhecimento para o seu cotidiano, o aprendizado ocorre de maneira mais efetiva, ao estarem na posição de professores, também incentivarão que essas associações sejam feitas por seus alunos. Isto é aplicável não apenas ao



conteúdo das mutações, mas a diversos outros conteúdos dentro da Genética, a outras áreas dentro das Ciências Biológicas e a outras Ciências, de forma que esta pesquisa abre perspectivas para a realização de novos estudos.

Referências

- AMARAL, P. C. Zoonoses x mutações: qual a relação com a questão ambiental? Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. **Revista de educação ambiental**, v. 15, n. 4, p. 310-326, 2020.
- ARAÚJO, A. B; GUSMÃO, F. A. F. **As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira**. 10º Encontro Internacional de Formação de Professores. Aracajú, 2017.
- ARAÚJO, M. S; FREITAS, W. L. S.; LIMA, S. M. S.; LIMA, M. M. O. 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**, v. 9, n. 1, p. 19-30, 2018.
- AVELAR, A. C. S. **Análise de cariótipos de pacientes com síndrome de Down sem diagnóstico citogenético**. XI Encontro Internacional de Produção Científica. Repositório Digital Unicesumar, Maringá, 2019.
- BIANCO, B. **Diagnóstico genético pré-implantacional associado à distrofia muscular de Duchenne**. Faculdade de medicina do ABC. Einstein, v. 15, n. 4, p. 489-491, 2017.
- BRASIL. **Lei nº 510 de 07 de abril de 2016**. Conselho Nacional de Saúde, 2016.
- CARLOS, R. **Interferência da compreensão dos mecanismos que alteram o DNA, no cotidiano de alunos do ensino médio**. Trabalho de conclusão de curso (especialização). Universidade Federal do Paraná, Rio Negro, 2014.
- COSTA, N. B. **Anemia Falciforme: No Universo das Células Falcizadas**. Academia de ciência e tecnologia, 2016.
- DUARTE, J.O; CRUZ, J.C; GARCIA, J.C; MATOSO, M.J. **Economia de produção e utilização do milho**. In: Cultivo do milho. EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa de milho e sorgo, Sistema de produção, 2009.
- FRAGOSO, J. A.; MATOS, R. F. Culturas transgênicas: Como a legislação é conhecida por estudantes de Ciências Biológicas? **Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino**, v. 1, n.18, p. 122-133, 2024
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo, Atlas, São Paulo, 2010.
- GRIFFITHS, A. J. F; WESSLER, S. R; CARROLL, S. B; DOEBLEY, J. **Introdução à Genética**. 11ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.



HERMANN, F. B; ARAÚJO, M. C. P. **Os jogos didáticos no ensino de genética como estratégias partilhadas nos artigos da Revista Genética na Escola**. VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL). Rio Grande do Sul, 2013.

WAGNER JUNIOR, A.; BRUCKNER, C. H. **Mutações em espécies frutíferas**. Sistema de produções agropecuária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, 2009.

LE, T. T; ANDREADAKIS, Z; KUMAR, A; ROMÁN, R. G; TOLLEFSEN, S; SAVILLE, M; MAYHEN, S. The Covid-19 vaccine development landscape. **Nature Reviews**. v. 19, 2020.

LIMA, R. E. **Avaliação da frequência de mutações somáticas em cias1 em pacientes com suspeita clínica de criopirinopatia sem mutação germinativa em nlrp3 (cias1)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Biologia Aplicada à Saúde), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

LEITE, V. S.; MATOS, R. F. Aspectos da aquisição de conhecimentos sobre mutações por alunos de Ciências Biológicas. **Revista Científic@ Multidisciplinary Journal**, v. 10, n. 1, 1-9, 2023.

LOVATO, F. L; CHRISTO, T. M; PAGLIARINI, D. S; COSTA, F. R; SANTOS, M. L. B. Na trilha dos genes: uma proposta de jogo didático para o ensino de Genética. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 16, n. 2, 2018.

LUNA, A. **A importância do ensino de genética para o mundo atual**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Genética), Universidade Federal do Paraná, Votorantim, 2011.

MARTINHAGO, C. **Síndrome de Down: o que é, características e causas**. Minha vida, São Paulo, 2020.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010. 407 p.

NASS, L. L.; PATERNIANI, E. Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding. **Scientia Agricola**, v. 57, p. 581-587, 2000.

PAIVA, T. M. A. **Concepções de estudantes concluintes do ensino médio acerca da evolução biológica**. Congresso Nacional de Educação, n. 2, f. 13, Campina Grande, 2015.

PEDROTTI, S. C. **Aplicação de sequência de aulas sobre alterações genéticas como mecanismo de ensino-aprendizagem para estudantes de Ensino Médio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

PINTO, I. F; CAMPOS, C. J. G; SIQUEIRA, C. Investigação qualitativa: perspectiva geral e importância para as ciências da nutrição. **Acta Portuguesa de Nutrição**, n. 14, 2018.

PORTO, N. D. A. Síndrome de Edwards - relato de caso: importância dos cuidados paliativos. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 4, p. 10712-10720, 2020.



PROETTI, S. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: um estudo comparativo e objetivo. **Revista Lumen**, v. 2, n. 4, p. 15-26, 2017.

SANTOS, A. C. C; FACCINI, L. S; FAGUNDES, N. J. R. Planeta mutante ou análise comparativa do ser mutante da cultura pop à genética clínica. **Genética na escola**, v. 15, n. 1, p. 2-9, 2020.

SILVA, C. C; KALHIL, J. B. A aprendizagem de Genética à luz da Teoria Fundamentada: um ensaio preliminar. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 1, p. 125-40, 2017.

SILVA, M. C. B; CABRAL, A. E. P; RODRIGUES, H. A. S; SILVA, C. I. B; CAVALCANTE, D. O; KLABUNDE, R. K; BISON, I; MUNIZ, I. M. Alterações genéticas envolvidas na expressão das pelagens tortoiseshell e cálicos em gatos domésticos machos: **Pubvet - Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 13, n. 7, p. 1-18, 2019.

TEIXEIRA, F. M. **Mutações cromossômicas e principais síndromes**. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em genética para professores do ensino médio), Universidade Federal do Paraná, Foz do Iguaçu, 2015.

TIMOTEO, A. R. S. **Identificação e caracterização molecular de mutações germinativas em indivíduos com síndrome de câncer de mama e ovário hereditário**. Trabalho de conclusão de curso (Doutorado em Bioquímica), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

WAWRUK, H. D. **Caracterização de rearranjos cromossômicos e sua relação com quadros clínicos**. Trabalho de conclusão de curso (Doutorado em Ciências da Saúde), Universidade de Brasília, Brasília, 2019.