

A SENSIBILIDADE GUSTATIVA À FENILTIOCARBAMIDA (PTC) NO ENSINO DE GENÉTICA

LA SENSIBILIDAD GUSTATORIA A LA FENILTIOCARBAMIDA (PTC) EN LA ENSEÑANZA DE GENÉTICA

Fernanda Martins da Fonseca
Universidade de Brasília -UnB
fernandafonseca985@gmail.com

Maria de Nazaré Klautau Guimarães
Universidade de Brasília -UnB
nazaklautau@gmail.com

RESUMO

O uso de características humanas para ensinar genética torna o conteúdo mais atrativo e contextualizado. Esta pesquisa que tem como objetivo conhecer o uso da variação da sensibilidade gustativa à Feniltiocarbamida (PTC) no Ensino de Genética, foi realizada por meio de uma revisão bibliográfica. A partir desse levantamento, constatou-se que a maioria dos documentos abordam o conhecimento científico atual que explica essa variação como uma característica complexa, de herança multifatorial. As atividades propostas nos documentos estimulam a curiosidade e a participação dos estudantes, estando adequadas às competências e habilidades previstas na BNCC.

Palavras-chave: genótipo; fenótipo; estratégia de ensino; sabor amargo.

Eixo temático: 2. Estratégias, materiais e recursos didáticos para o Ensino de Ciências e Biologia

Modalidade: pesquisa acadêmica.

RESUMEN

El uso de características humanas para enseñar genética hace que el contenido sea más atractivo y contextualizado. Esta investigación, que tiene como objetivo comprender el uso de la variación de la sensibilidad gustativa a la Feniltiocarbamida (PTC) en la Enseñanza de la Genética, se realizó a través de una revisión bibliográfica, se encontró que la mayoría de los documentos abordan conocimientos científicos actuales que explican esto. la variación como característica compleja, con herencia multifactorial. Las actividades propuestas en los documentos estimulan la curiosidad y la participación de los estudiantes, siendo adecuadas a las competencias y habilidades establecidas en el BNCC.

Palabras clave: genotipo; fenotipo; estrategia de enseñanza; sabor amargo.

Eje temático: 2. Estrategias, materiales y recursos didácticos para la Enseñanza de las Ciencias y la Biología.

Modalidad: investigación académica.

INTRODUÇÃO OU APRESENTAÇÃO

Na sociedade atual, a Ciência e a Tecnologia fazem parte do cotidiano e influenciam o modo como vivemos, pensamos e agimos, porém, os cidadãos apresentam dificuldades para entender e aplicar os conhecimentos científicos na resolução dos problemas sociais. Esse aspecto torna clara a importância da Educação Básica, em especial, a área de Ciências da Natureza, em se comprometer com a educação científica da população (Brasil, 2018).

Na literatura de Ensino de Biologia, a área da Genética é considerada uma das mais difíceis de aprender e ensinar, principalmente devido aos conceitos abstratos e a falta de relação entre os níveis de estudo como: DNA, gene, cromossomos, alelos e fenótipo. Outro ponto preocupante é o distanciamento dos conteúdos curriculares em relação ao conhecimento científico atual (Carmazini, Freitas, Faria, 2014; Oliveira, Silva e Zanetti, 2011).

Temp e Bartholomei-Santos (2018), relatam que a compreensão desses conceitos abstratos exige a capacidade de torná-los significativos e de conseguir estabelecer relações entre diferentes conteúdos, aliando-os a situações do cotidiano e à utilização de metodologias que promovem a motivação dos estudantes. Para a contextualização, as variações nas características humanas são apresentadas nos materiais escolares, principalmente nos livros didáticos. Porém, essa inclusão apresenta informações simplificadas, com erros conceituais em relação aos padrões de herança dessas características (Baiotto e da Silva Loreto, 2018; Franzolin et al., 2020; Mcdonald, 2011). A Feniltiocarbamida (PTC) é uma substância química que pode parecer muito amarga para algumas pessoas ou sem sabor para outras. A variação na capacidade de sentir o amargo da PTC é uma característica que envolve fatores genéticos e ambientais (Kim e Drayna, 2004; Mcdonald, 2011). O estudo dessa característica permite compreender a relação entre genótipo e fenótipo e suas interações com os hábitos culturais de

alimentação como também, à percepção das frequências fenotípicas nas populações (Schimit et al., 2018).

McDonald (2011), relata que o ensino da variação da sensibilidade à PTC ser explicada pela variação em um único gene (herança mendeliana simples) é uma forma inadequada. Os estudos científicos mostram que existem outros genes e que fatores ambientais também influenciam nessa sensibilidade, não podendo ocorrer a simples separação dicotômica fenotípica de pessoas sensíveis e não sensíveis ao sabor amargo da PTC.

A sensibilidade ou não à PTC, apresenta influência de fatores genéticos, entre eles, o gene do receptor gustativo do sabor amargo T2R, localizado no cromossomo 7. O gene T2R apresenta variação levando a troca de três aminoácidos no receptor gustativo e estão relacionados com as principais formas de percepção, ou não, do sabor amargo da PTC (Kim e Drayna, 2004).

A literatura científica apresenta que os receptores do sabor amargo na superfície das papilas gustativas monitoram o conteúdo de alimentos, bebidas e outras substâncias à medida que são ingeridos. Quando compostos amargos são encontrados, os receptores TAS2Rs respondem, desencadeando vias neurais que levam à percepção desse sabor (Wooding, Ramirez, Behrens, 2021). Chamoun et al. (2018), demonstraram que a variação no receptor do sabor amargo T2R38 interferem no sabor dos vegetais brássica como a couve, couve-flor, brócolis e que, pessoas capazes de provar intensamente o sabor amargo das brássicas, chamados de “supertasters” podem evitar o consumo desses vegetais.

Os hábitos alimentares em adultos e crianças são elemento determinante na interação entre os organismos e o ambiente. A ingestão de nutrientes é influenciada pelas diferenças genéticas relacionadas à capacidade de perceber os diferentes sabores, o que pode influenciar a saúde e o bem-estar. A relação entre o mecanismo do sabor amargo dos alimentos e os genótipos do gene TAS2R38 até agora não estão bem compreendidos, porém existem muitos fatores que afetam a percepção do sabor amargo, como alimentos, idade, sexo, algumas doenças, bebidas alcóolicas e tabaco (Chamoun et al., 2018; Smail, 2019; Wooding, Ramirez E Behrens, 2021).

A utilização dessa característica foi considerada um bom modelo para ensinar Genética pois é uma característica humana de fácil observação, que desperta curiosidade e permite ao estudante aprender algo de si mesmo (Merritt et al., 2008).

Em vista da dificuldade dos estudantes em compreender os vários conceitos abstratos e da importância da atualização do conhecimento científico, esta pesquisa apresenta como a variação na sensibilidade gustativa à feniltiocarbamida (PTC) é aplicada, como estratégia didática, no Ensino da Genética.

3 OBJETIVOS

- 1- Identificar na literatura de ensino de ciências/ biologia como a característica da “Sensibilidade gustativa à PTC” é trabalhada no Ensino de Genética.**
- 2- Realizar levantamento bibliográfico de materiais de ensino/aprendizagem que utilizam a característica “Sensibilidade gustativa à PTC”, no Ensino de Genética.**
- 3- Elaborar um panorama geral após analisar os materiais de ensino/aprendizagem quanto à atualização do conhecimento científico e com os fundamentos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).**

4 METODOLOGIA

4.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa qualitativa de caráter documental foi realizada analisando documentos publicados em um período de 8 anos, de 2015 a 2022, na busca de documentos (planos de aulas, vídeos, planos de cursos) e/ou artigos que tratam sobre a aplicação da variação da característica “Sensibilidade gustativa à PTC” no ensino de genética.

A pesquisa pelos documentos ocorreu por meio de busca online nas bases de dados eletrônicas PubMed e Google Acadêmico, utilizando os descritores “PTC TASTING GENETICS” e “TEACHING GENETICS PTC TASTING”, na língua portuguesa e inglesa, respectivamente. As análises foram realizadas de acordo com a análise de discurso de Bardin (BARDIN, 2016). Foram selecionados documentos que utilizam o conhecimento científico atualizado sobre a herança dessa característica, ou seja, que considera a variação como uma característica complexa, de herança multifatorial.

A escolha da busca nessas bases de dados foi pelo fato que nelas foi encontrado o maior número de documentos que tratavam da característica da variação da sensibilidade gustativa à PTC. Repositórios de práticas pedagógicas ou de educação apresentaram poucos trabalhos e, quando apareciam, não utilizavam o conhecimento científico atualizado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da revisão bibliográfica, foram selecionados dez documentos que tiveram o conteúdo analisado de acordo com o problema de pesquisa: Como a característica da “Sensibilidade gustativa à PTC” é trabalhada no Ensino de Genética. Essa foi a unidade de registro.

Após a leitura flutuante, na etapa de categorização, os elementos recortados foram agrupados conforme elementos em comum (BARDIN, 2016). Foram criadas *a posteriori*, seis categorias: 1 – Abordagem principal é o Ensino de Genética; 2 Explica variação gustativa como um padrão de herança multifatorial; 3 - Uso de técnicas de biologia molecular para identificar genótipos; 4 - Estudo do fenótipo por meio de fitas embebidas com solução de PTC; 5 – Atende a competência específica 3, da BNCC para Ciências da Natureza e 6 –Apresenta relação da variação na sensibilidade gustativa com outras características humanas. A verificação das categorias foi realizada nos artigos com a regra de contagem (presença ou ausência), segundo Bardin (2016).

A tabela 01 apresenta a chave de identificação dos materiais analisados, que estão designados por números (01, 02, 03...), precedidos da abreviação AE (artigos de ensino).

Tabela 01: “Identificação dos materiais analisados”

Código	Ano de publicação	Referência
AE01	2022	JEYE, Brittany. Build-Your-Own Sensation & Perception Lab Kits. 2022.
AE02	2021	BRENNER, Eric D. et al. Using the Integrated Genome Viewer to reveal amplicon-derived polymorphism enriched at the phenylthiocarbamide locus in the teaching lab. Biochemistry and Molecular Biology Education , v. 49, n. 3, p. 361-371, 2021.
AE03	2020	NEWMAN, Dina L.; CARDINALE, Jean; WRIGHT, L. Kate. Interactive video vignettes (IVVs) to help students learn genetics concepts. CourseSource , v. 7, 2020.
AE04	2020	SHANLE, Erin K.; TRUBITSYN, Denis. A Student-Focused Lab Module To Investigate Single-Nucleotide Polymorphisms of Common Heritable Traits. Journal of Microbiology & Biology Education , v. 21, n. 3, p. 70, 2020.
AE05	2018	BLAIR, Christopher. BIO2450L Genetics Laboratory Manual. 2018.
AE06	2016	BERNDSSEN, Christopher E. et al. Connecting common genetic polymorphisms to protein function: A modular project sequence for lecture or lab. Biochemistry and Molecular Biology Education , v. 44, n. 6, p. 526-536, 2016.
AE07	2016	MURRAY, J. M.; PIVARSKI, K.; HUNTER, T. Two complementary methods for genotyping taste receptor TAS2R38 in humans. Genetics Society of America Peer-Reviewed Education Portal , 2016
AE08	*	Bioted. Protocolo EXPLORANDO LA GENÉTICA DEL GUSTO: Análisis del SNP del gen PTC por PCR Ref.PCRPTC https://www.bioted.es/protocolos/EXPLORANDO-GENETICA-DEL-GUSTO.pdf
AE09	*	The Genetics of Taste A High School Activity for Teaching Genetics and the Scientific Method (High School Level) Developed by: Megan Brown, Ph.D., University of Washington . Provided by: Department of Genome Sciences . Education Outreach . University of Washington . http://gsoutreach.gs.washington.edu . Contents: • Genetics of Taste https://gsoutreach.gs.washington.edu/files/genetics_of_taste.pdf
AE10	*	BURKHART, Nancy W.; CAROL PERKINS, R. D. H. Are You A Supertaster? https://www.dentalcare.com/en-us/archived-course-pdf

Fonte: Autoria própria

*páginas da internet, não apresentam o ano de publicação.

5.1 Análise dos documentos em categorias

5.1.1 – Abordagem principal é o Ensino de Genética

As atividades apresentadas nos documentos AE01, AE02, AE03, AE04, AE06, AE09 têm como foco o Ensino de Genética. AE01 e AE09 trabalham principalmente a identificação de fenótipos. Em AE03 o objetivo é aprender vários conceitos de genética, descrever a relação entre genes, alelos, proteínas e características, conceituar a relação genótipo fenótipo e conceituar corretamente os termos dominante e recessivo. Já em AE02, AE04 e AE06, além de trabalhar os conceitos básicos da genética, associam esses conceitos a

técnicas de biologia molecular, demonstrando na prática a relação entre genótipo e fenótipo.

AE05 e AE09 têm como foco as técnicas de biologia molecular e usam a variação do gene TAS2R38 para realização das atividades, enquanto AE10 é focado na especialização de profissionais de saúde bucal, preparando-os para classificação dos tipos de provadores, com base na percepção ou não do sabor amargo.

5.1.2 Explica a variação gustativa como herança multifatorial

Os documentos AE02, AE04, AE05, AE06, AE07, AE09 e AE10 apresentam a característica como de Herança Multifatorial ao estabelecer a relação entre o genótipo do gene TAS2R38 e outros fatores para expressão dos fenótipos. A sensibilidade gustativa à PTC apresenta um espectro amplo de fenótipos que é influenciada pela variação gênica, a qual pode influenciar as escolhas alimentares. Esse aspecto do conhecimento atual contrasta com a ideia anterior que explicava a variação como um modelo de Herança Mendeliana simples, o que ainda é citado nos documentos AE03 e AE08.

A literatura apresenta que essa simplificação para explicar a variação, quando utilizada no ensino de ciências, leva a uma visão determinista da Genética. A partir da realização dessas atividades, os estudantes podem perceber que os genótipos do gene nem sempre, correspondem aos fenótipos esperados, pois outros fatores também estão envolvidos, como ambiente, interação com outros fatores genéticos e os hábitos alimentares de uma comunidade.

Alguns dos documentos apresentam a associação da percepção gustativa à PTC com o tamanho e número das papilas gustativas e as escolhas alimentares, o que torna difícil a identificação de um fenótipo preciso.

5.1.3 - Uso de técnicas de biologia molecular para identificar os genótipos

A identificação da variação genética por meio de técnicas de Biologia Molecular foi verificada na maioria dos artigos (07 em 10). A Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), digestão com enzimas de restrição e eletroforese foram utilizadas em amostras de DNA de células bucais ou de cabelo, coletadas dos próprios estudantes. Apesar de serem técnicas extremamente interessantes, tornando o ensino contextualizado, muito atrativo e despertando o interesse, são de difícil execução devido ao alto custo e necessita de

equipamentos especializados. Por esse motivo, as análises foram realizadas em apenas um dos três SNP do gene TAS2R38.

O documento AE03, apresenta as sequências de DNA dos alelos e dos aminoácidos das proteínas para comparação e análise pelos estudantes. É uma atividade relevante porque exercita o conhecimento de como as variações no gene podem resultar na produção de proteínas com aminoácidos diferentes, alterando sua estrutura final, e conseqüentemente, influenciando na expressão da característica. É uma proposta viável, principalmente quando não é possível a realização de análises moleculares.

Desse modo, conhecendo a realidade do nosso país, verifica-se a necessidade da construção de uma proposta de ensino que apresente alternativas possíveis de serem executadas, porém, que não percam a ideia central de apresentar as variações na molécula de DNA e suas conseqüências na sequência da proteína e no fenótipo do indivíduo.

5.1.4 Estudo do fenótipo por meio de fitas embebidas com solução de PTC

A maioria dos documentos (AE01, AE02, AE05, AE06, AE07, AE08 e AE09) sugere o teste do fenótipo com as fitas de PTC, com solução de concentração única. Em quatro dos documentos, o estudo dos fenótipos (sensível e não sensível ao amargo da PTC), é realizado primeiro com teste negativo (fita controle embebida em água) e, após, é testada a fita com PTC. No documento AE05, a proposta de classificação é de sensibilidade forte, sensibilidade fraca e não sensível. Essa classificação é mais interessante, pois faz referência à existência de um espectro de fenótipos quanto à sensibilidade gustativa à PTC.

O documento AE03, sugere a realização dos testes com as fitas para investigar os fenótipos, sensível e não sensível, com pessoas convidadas em uma feira de ciências, realizada na escola. Dessa maneira, é possível registrar a frequência dos fenótipos em uma amostra populacional.

A identificação da sensibilidade gustativa com as fitas de PTC em uma só concentração não permite perceber a variação da sensibilidade, obtendo apenas um resultado dicotômico, o que não corresponde à variedade de fenótipos existentes nas populações, como relatado na literatura científica.

Não foi observado, em nenhum dos documentos, a verificação dos fenótipos com o uso de soluções de PTC em diferentes concentrações. Esse tipo de teste foi utilizado no início

dos estudos com a PTC e apresenta resultado mais próximo da realidade da percepção gustativa ao amargo, uma vez que os limiares de sensibilidade à PTC são muito variáveis entre as pessoas.

5.1.5 Atende a competência específica 3, da BNCC para Ciências da Natureza

Os documentos AE02, AE03, AE04, AE05, AE06, AE07 e AE09 estão em conformidade com a competência 3 da BNCC para Ciências da Natureza, as atividades promovem a investigação de situações problema e estimulam a curiosidade, relacionam conhecimentos prévios e conceitos científicos para proposição de hipóteses e solução dos problemas. Promovem também o desenvolvimento da linguagem científica e a capacidade de comunicação do conhecimento adquirido. As atividades apresentadas nesses documentos são relevantes para o Ensino de Genética, pois promovem a participação ativa no aprendizado dos conceitos científicos.

Os outros documentos não atendem aos requisitos da competência 3 da BNCC, uma vez que são atividades que não envolvem a solução de problemas ou investigação científica, nem a comunicação dos resultados, apenas indicam como a atividade deve ser realizada, sem exigir mobilização de conhecimentos prévios.

5.1.6 Apresenta relação da variação na sensibilidade gustativa com outras características humanas

A variação na sensibilidade gustativa à feniltiocarbamida está associada às escolhas alimentares nos documentos AE02, AE06, AE07, AE09 e AE10. Esses documentos consideram que, as pessoas que conseguem perceber o sabor amargo da PTC tendem a apresentar recusa por alimentos de sabor amargo, e, têm maior aversão ao tabaco. AE09 e AE10 também associam a característica com a quantidade de papilas gustativas, quanto maior a densidade de papilas, maior será a capacidade de perceber o sabor amargo. Essa atividade é de fácil realização, sendo uma forma complementar para identificação da sensibilidade à feniltiocarbamida.

A associação com outras características humanas torna o estudo mais interessante e contextualizado, visto que demonstra a existência de relação entre a sensibilidade gustativa com escolhas de estilo de vida, como uso de tabaco e hábitos alimentares, que tem impacto direto na saúde da população.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da característica variação na sensibilidade gustativa à PTC é uma excelente estratégia para ensinar genética, é uma característica humana facilmente observável, que desperta o interesse e contextualiza o ensino. Proporciona uma abordagem prática e visual para a exploração dos princípios básicos da hereditariedade e promove uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos genéticos fundamentais. Portanto, sua inclusão nas aulas de Genética pode enriquecer significativamente a experiência de aprendizado dos estudantes e prepará-los para uma compreensão mais avançada e crítica da genética humana.

É importante ressaltar que, durante a etapa de levantamento bibliográfico, para o período pesquisado (2015 a 2022), foram encontradas atividades realizadas em escolas brasileiras, que utilizavam a variação na sensibilidade gustativa à PTC no Ensino de Genética, porém foram descartadas por não utilizarem o conhecimento científico atualizado.

A partir disso, percebe-se a relevância e necessidade de se atualizar a forma de ensino, criando materiais didáticos que permitam ensinar genética, aproximando os materiais didáticos ao conhecimento científico atual, considerando a base molecular das variações fenotípicas e os outros fatores envolvidos na expressão das características.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIOTTO, Cléia Rosani; DA SILVA LORETO, Élgion Lucio. Caracteres Humanos Herdados utilizados no Ensino de Genética em Livros Didáticos. *Acta Scientiae*, v. 20, n. 4, 2018.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016, 229 p.

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

CARMAZINI, Valéria Cristina Barbosa; FREITAS, Janaína Laira.; FARIA, Rafael César Bolleli. Levantamento e análise dos objetos de aprendizagem de conteúdos de biologia no RIVED. **Congresso Ibero-americano de Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação**. Buenos Aires, novembro de 2014.

CHAMOUN, Elie et al. A review of the associations between single nucleotide polymorphisms in taste receptors, eating behaviors, and health. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 58, n. 2, pág. 194-207, 2018.

FRANZOLIN, Fernanda et al. Complexidade genética e a expressão da cor da pele, cor dos olhos e estatura humana: transposição didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.25, n.1, p. 239 – 261, 2020.

KIM, UK.; DRAYNA, Dennis. Genetics of individual differences in bitter taste perception: lessons from the PTC gene. **Clinical genetics**, v. 67, n. 4, p. 275-280, 2004.

MCDONALD, John H. Myths of Human Genetics. **Baltimore: Sparky House Publishing**, 2011. University of Delaware. Disponível em:
<https://citeserx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.711.5109&rep=rep1&type=pdf>.
Acessado em 23/05/2022.

MERRITT, Robert B. et al. Tasting phenylthiocarbamide (PTC): a new integrative genetics lab with an old flavor. **The American Biology Teacher**, v. 70, n. 5, 2008.

OLIVEIRA, Thais Benetti; SILVA, Caio Samuel Franciscati da; ZANETTI, Josiane de Cássia. Pesquisas em Ensino de Genética (2004-2010). **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Campinas, 2011.

SCHIMIDT, Isabelly Lima et al. Sensibilidade gustativa à feniltiocarbamida. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, v. 1, pág. 148-156, 2018.

SMAIL, Harém Othman. The roles of genes in the bitter taste. **AIMS genetics**, v. 6, n. 04, pág. 088-097, 2019.

TEMP, Daiana Sonogo; BARTHOLOMEI-SANTOS, Marlise Ladvoat. O ensino de Genética: a visão de professores de Biologia. **Rev. Cient. Schola**, v. 2, n. 1, p. 83-95, 2018.

WOODING, Stephen P.; RAMIREZ, Vicente A.; BEHRENS, Maik. Bitter taste receptors: Genes, evolution and health. **Evolution, Medicine, and Public Health**, v. 9, n. 1, p. 431-447, 2021.