

Os brócolis são amargos? Um modelo didático para abordar sensibilidade ao PTC



PTC - PTC é a abreviação em inglês para o composto orgânico Feniltiocarbamida (*PhenylThioCarbamide*) ou feniltiocureia, que possui em sua estrutura uma molécula de tiocianato ($N-C=S$), cujo sabor pode parecer muito amargo para algumas pessoas, mas para outras é insípido.

Bárbara Cunha Padilha Antonio¹, Denise de Freitas², Andréa Cristina Peripato³

¹Licencianda em Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP

²Departamento de Metodologia de Ensino, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP

³Departamento de Genética e Evolução, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP

Autor para correspondência - peripato@ufscar.br

Palavras-chave: inclusão, deficiência visual, relação genótipo-fenótipo, genética, herança autossômica dominante

O amargo é um dos sabores que pode causar rejeição a certos alimentos, como os brócolis, que têm, em sua composição, uma molécula que constitui um composto conhecido como PTC (*PhenylThioCarbamide* ou Feniltiocarbamida). A sensibilidade ao PTC confere à pessoa a sensação de gosto amargo quando em contato com essa substância. Essa sensibilidade está associada a receptores que estão na língua e que, ao captar diferentes moléculas, possibilitam sentir diferentes sabores. Os receptores podem variar entre as pessoas, sendo essa variação devido às diferenças genéticas. Assim, conhecer as diferenças genéticas pode possibilitar o entendimento dos variados **fenótipos** presentes nos seres vivos. Em um trabalho desenvolvido por nós, elaboramos um modelo tridimensional (3D) básico de célula gustativa, o qual permitirá a imersão dos alunos da Educação Básica, no Ensino Fundamental II e Ensino Médio, na percepção da relação entre o sabor amargo detectado pela célula gustativa (fenótipo) e a variação genética (**genótipo**) associada aos receptores da língua. Deste modo, o modelo 3D pode ser aplicado em sala de aula e ser utilizado no entendimento dos conceitos da relação genótipo/fenótipo e dominância/recessividade. Esse recurso inclusivo, além de favorecer a aprendizagem dos conteúdos, permite a inclusão de pessoas com **deficiência visual** em atividades de sala de aula.

Fenótipo - Características bioquímicas, fisiológicas e morfológicas observadas em um indivíduo, que são determinadas pelo seu genótipo e ambiente no qual são expressas.

Genótipo - Composição genética de um indivíduo em um locus gênico.

Deficiência visual - É a perda ou diminuição da capacidade visual em ambos os olhos de modo definitivo, não havendo possibilidades de correção ou melhora. A delimitação das pessoas com deficiência visual se dá pelas escalas oftalmológicas de acuidade visual e amplitude da área alcançada. Dependendo disso, temos classificações em baixa visão, próximo à cegueira e cegueira.

Sensibilidade ao PTC em um modelo tridimensional

A chamada Nova Biologia, ou seja, integração entre as novas tecnologias do DNA e suas aplicações em Genética, que inclui a Biotecnologia e a Biologia Molecular, tem tido muita visibilidade pela mídia. Dentro da sala de aula, os professores dessa área ressaltam a dificuldade de abstração do estudante na compreensão de conceitos relacionados à Genética e, muitas vezes, estes são mal interpretados e aplicados incorretamente. Essa dificuldade parece se acentuar entre pessoas com deficiência visual, que requerem outros recursos de acessibilidade na construção de seu conhecimento.

Produzimos um recurso didático para desenvolver a aprendizagem sobre **herança Mendeliana**, explorando a relação de **dominância** e **recessividade** entre fenótipos que pudessem proporcionar maior inserção de pessoas com deficiência visual, visto que o uso de fenótipos humanos, como o paladar, e elementos táteis podem auxiliar neste aspecto. A sensibilidade a diversos sabores pode ser detectada pelas glândulas gustativas, na língua. No caso do presente trabalho, verificamos se havia ou não a sensibilidade ao sabor amargo, relacionado ao contato de moléculas de Feniltiocarbamida (*PhenylThioCarbamide* - PTC) com as células das glândulas gustativas (Quadro 1).

Herança Mendeliana - Refere-se à herança monogênica, determinada pela variação em um único gene, seguindo as leis de Mendel: heranças dominante e recessiva.

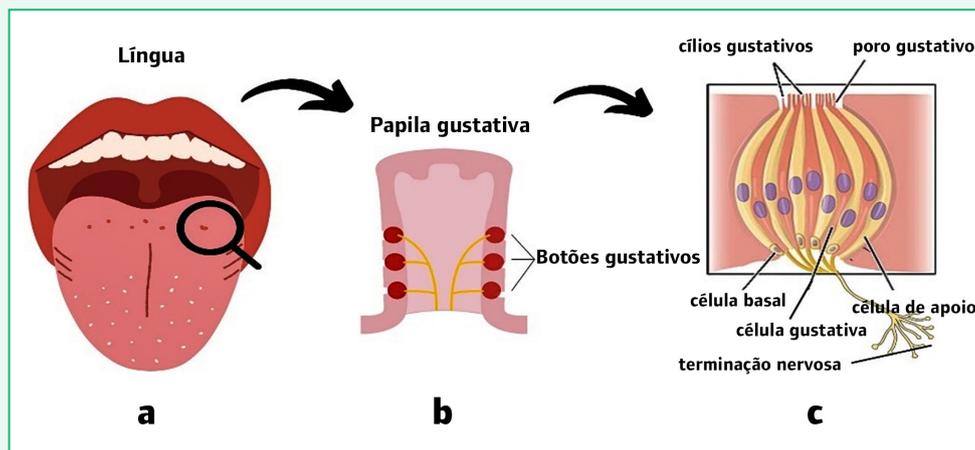
Fenótipo dominante - É aquele que se expressa quando o fenótipo de indivíduo heterozigoto é idêntico ao fenótipo observado em um dos homozigotos.

Fenótipo recessivo - Fenótipo expresso somente quando o indivíduo for homozigoto para o gene correspondente.

Quadro 1.

Percepção do gosto amargo.

Os brócolis, assim como a couve, o agrião e o chá verde, podem ser amargos para algumas pessoas e para outras não. Isso porque eles possuem em sua composição a molécula de tiocianato, a mesma presente no Feniltiocarbamida (PTC), responsável pelo sabor amargo em pessoas que são sensíveis ao PTC. Ao colocar um pedaço de brócolis na boca, ou o próprio PTC comercializado, ou diluído, para fins didáticos, os receptores específicos presentes nas células gustativas da língua receberão a mensagem pela ligação da molécula de tiocianato. Essa conexão PTC/receptor promoverá a transmissão da informação por meio de sinais para as terminações nervosas, em que a resposta a esse estímulo será interpretada como um sabor amargo. Em pessoas insensíveis ao PTC, a mensagem não será recebida, pois o receptor celular terá variação e essa diferença não permitirá a conexão e reconhecimento da molécula de tiocianato e, conseqüentemente, não haverá emissão de sinais e interpretação de sabor amargo. Veja a figura abaixo:



Em **a** verificamos a região da língua que pode perceber o sabor amargo pelas papilas gustativas; em **b** observamos a visão aumentada de uma das papilas gustativas, que são pequenas saliências na superfície da língua, onde encontramos os botões gustativos; em **c** temos o destaque do botão gustativo ampliado, em que na face superior temos representada a localidade dos receptores, nos cílios dos poros gustativos, que receberão os sinais. Nessas células gustativas os sinais serão retransmitidos e as terminações nervosas encaminharão a mensagem ao cérebro, gerando, ou não, a

resposta de sensibilidade ao sabor amargo do PTC.

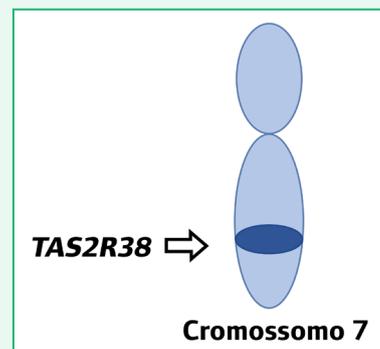
Pelo fato de a recepção da molécula ser dada por receptores (proteínas) dispostos na membrana plasmática das células gustativas, e a sensibilidade estar associada a variações nesses receptores, devido à variação genética (Quadro 2), utilizamos esse fenótipo (sensibilidade ou não ao PTC) para explorar temas em Genética na Educação Básica, no Ensino Fundamental II ou Ensino Médio e promover a aprendizagem desse conteúdo de maneira mais inclusiva.

Quadro 2.

Informação genética sobre os receptores de PTC, nas células gustativas.

Gene associado à percepção do amargor

Muitas informações que chegam às células são recebidas por receptores extracelulares, que estão em sua membrana plasmática. No caso do sabor amargo, os humanos possuem cerca de 25 receptores da família *TAS2R* (*Bitter Taste Receptors* - Receptores de sabor amargo) distribuídos principalmente na língua, os quais são responsáveis por esta sensação. Com relação à sensibilidade ao PTC, ressaltamos o *TAS2R38* (*Bitter Taste Receptor, Member 38* - Receptor de sabor amargo, Membro 38), utilizado há décadas como marcador oral para diferenças na percepção de amargor ao PTC. Por esse receptor ser uma proteína, a informação para sua síntese está localizada no gene *TAS2R38*. Tal gene está localizado no braço longo do **cromossomo 7** (figura ao lado).

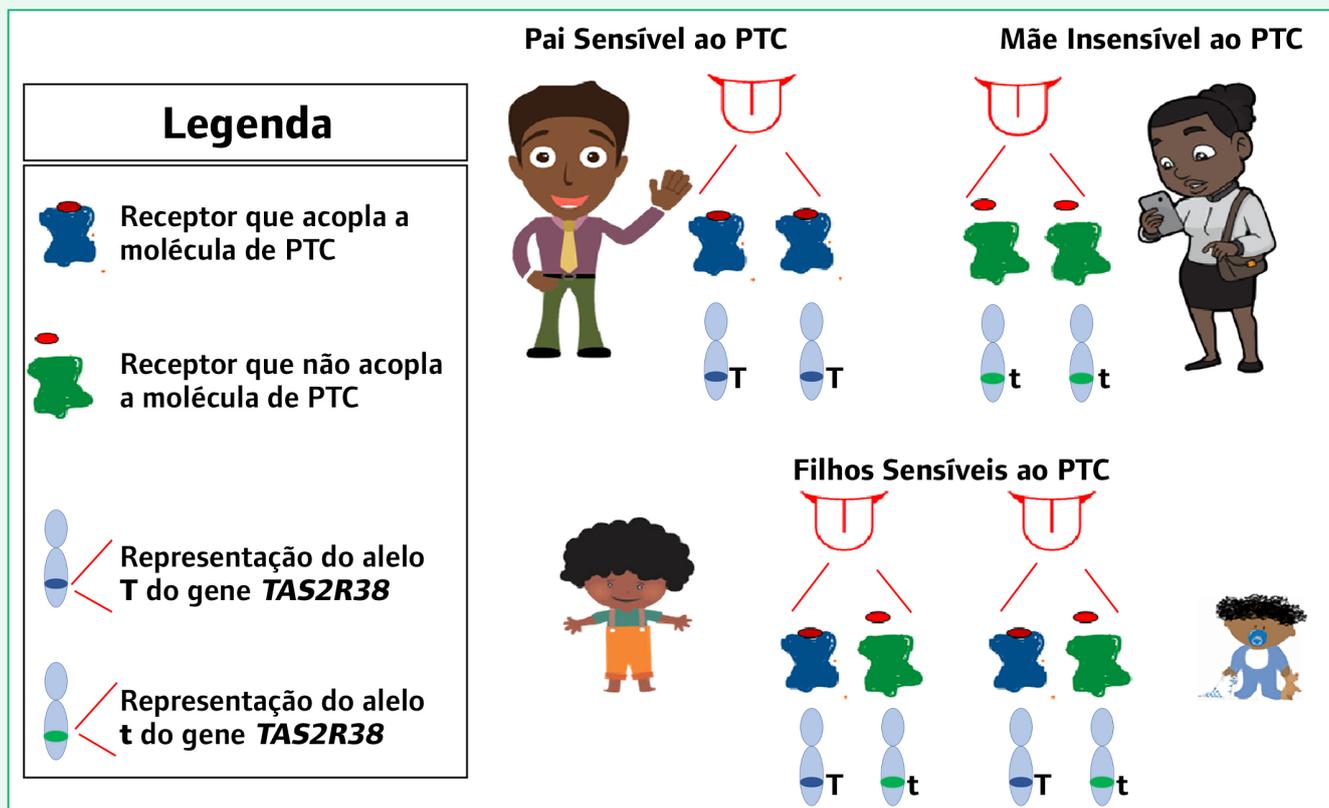


Localização do gene *TAS2R38*, no **cromossomo 7**.

Quadro 2.
Continuação.

Receptor e recepção

O gene *TAS2R38* possui duas formas variantes (alelos) mais comuns, em que dependendo do receptor codificado, poderá conferir ao indivíduo sensibilidade ou insensibilidade ao PTC. Veja a figura abaixo:



Nas décadas de 1930-50, a sensibilidade ao PTC era utilizada como marcador para testes de paternidade, indicando uma herança monogênica. Apesar de permitir a separação entre os dois fenótipos, sensível e insensível ao amargor, e ter dois alelos mais comuns, T (ou T1) (associado a sensibilidade ao PTC) e t (ou T2) (associado a insensibilidade ao PTC), ainda foram identificadas mais três formas alternativas do gene *TAS2R38*, que são nomeadas como alelos T3, T4 e T5. No entanto, o genótipo tt está associado ao fenótipo recessivo quando comparado a todos os demais genótipos. Quanto aos alelos T (T1) e t (T2), o heterozigoto (Tt ou T1T2) pode apresentar uma menor sensibilidade ao PTC, e as diferentes combinações dos outros alelos, T3, T4 e T5, também podem permitir alterações sutis na sensação do amargor. Assim, o professor pode utilizar a sensibilidade ao PTC (presença e ausência de amargor) como exemplo de Herança Mendeliana, mas depois resgatá-lo quando estiver abordando Extensões às Leis de Mendel (por exemplo, **alelos múltiplos** e **expressividade variável**). Vale ressaltar que a alteração na sensação de amargor também pode estar relacionada a fatores biológicos, como hormônios e algumas doenças, ou ambientais, como o uso de cigarros.

Alelos múltiplos - As várias formas de um gene, diferindo em sua sequência de DNA e/ou sua expressão.

Expressividade variável - Grau ou amplitude variável em que é expresso um fenótipo para uma dada característica.

Instruções ao professor

Materiais

- ♦ 2 esferas de isopor de 20 cm;
- ♦ 2 esferas de isopor de 10 cm;
- ♦ 1 pacote de *biscuit* de 500 g;
- ♦ 2 pacotes miçangas de 2 formatos e cores diferentes;
- ♦ 1 estilete;
- ♦ 1 tesoura;
- ♦ 1 cola para EVA/isopor;
- ♦ pincéis e tinta de cores variadas.

Construção do modelo tridimensional

Para explorar a herança Mendeliana na aprendizagem em sala de aula, foi elaborado um modelo tridimensional com os elementos necessários e de baixo custo, possibilitando a inclusão educacional de alunos com deficiência visual e o trabalho com conceitos dentro do campo da Genética Clássica: relação fenótipo/genótipo e dominância/recessividade. No contexto da citologia, a(o) docente poderá utilizar o recurso para facilitar o estudo de células e receptores celulares, adequando para o nível da sala de aula em que irá empregá-lo.

O recurso foi construído pensando em critérios para ser eficiente a utilização por alunos cegos, com visão subnormal e videntes. Assim, utilizou-se material com tamanho adequado para captação da totalidade do recurso, relevo para melhor significação tátil, material que não causasse rejeição ao manuseio, com cores contrastantes, o mais próximo possível do modelo original, fácil e seguro de ser manuseado e com a utilização de material resistente. Por último, observando ainda os aspectos estruturais, considerou-se também o custo, uma vez que só seria possível sua execução com o uso de materiais de baixo custo.

Com os materiais em mãos, construiu-se o modelo tridimensional (Figura 1), que consistiu em um exemplar de células feitas com esferas de isopor de 20 cm. No lado externo da esfera de isopor, que representa uma célula da glândula gustativa, formas que representam os receptores celulares para o PTC foram moldadas com *biscuit*, tendo aproximadamente 4 cm. Além desses receptores, também foi moldada em *biscuit* uma representação da molécula de PTC com 2 cm, que encaixa em apenas um dos receptores modelados. Sendo assim, com o encaixe da molécula, representa-se os fenótipos em que o PTC é sentido.

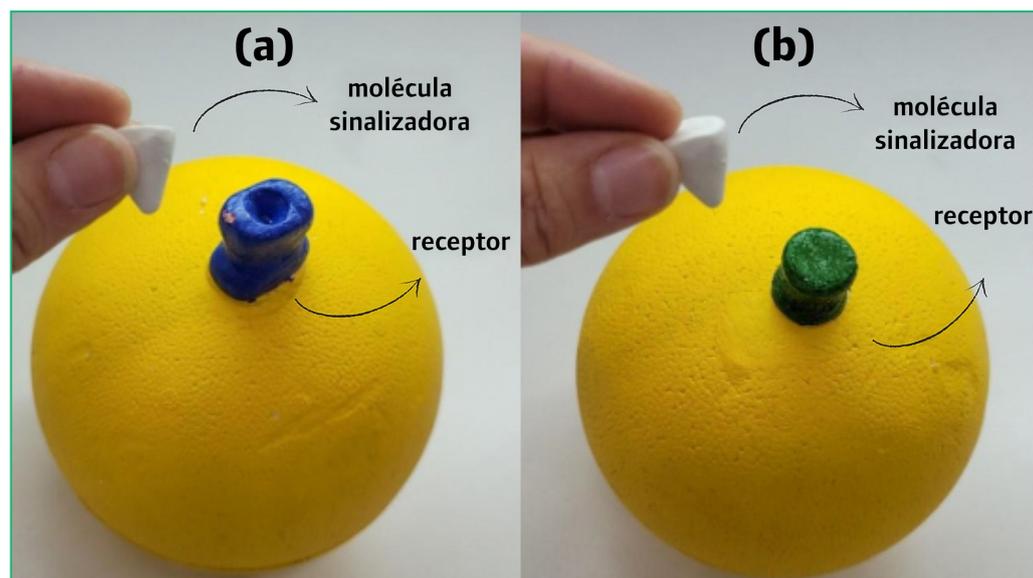


Figura 1.

Recurso didático facilitador no ensino de Genética. Fonte: autoria própria.

Descrição da figura: A figura possui duas imagens, (a) e (b), em que são apresentadas duas esferas na cor amarela. Na imagem (a)

apresenta-se um objeto menor azul aderido à superfície da esfera, representando o receptor celular. Na imagem (b), disposta no

mesmo ângulo, há um objeto menor verde aderido à superfície da esfera, representando o receptor celular. Em ambas as imagens se observa a molécula sinalizadora, representada por um item em forma triangular, na cor branca, sendo segurada por uma mão.

No interior da esfera de isopor (20 cm), que representa a célula gustativa, há uma delimitação representando o núcleo, que foi feito com uma esfera de isopor de tamanho reduzido (10 cm) colada na esfera maior (Figura 2). O núcleo possui em seu interior um par de cromossomos, que no recurso foram re-

presentados por bastões de 5 centímetros feitos com *biscuit*, que se encaixam na estrutura do núcleo. Esse encaixe foi feito cortando a esfera menor de isopor. O corte foi feito utilizando estilete após a medição com a altura e largura das estruturas que representam os cromossomos e não foi pintado para ficar em contraste com a coloração do núcleo. Os cromossomos possuem, aderidos à região que representa o locus gênico em suas extremidades, miçangas de dois formatos e cores diferentes, representando os alelos (miçanga em formato de losango na cor amarela e miçanga em formato redondo na cor vermelha).

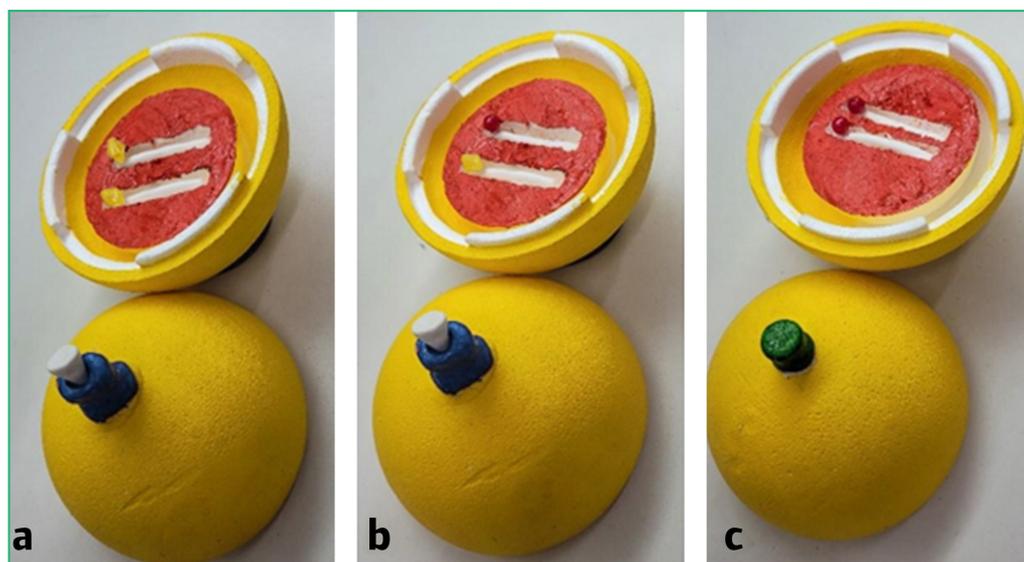


Figura 2. Detalhes do recurso didático facilitador no ensino de Genética.

Descrição da figura: Apresentam-se três imagens diferentes, **a**, **b** e **c**. Em cada uma delas há duas metades da esfera de isopor na cor amarela, uma metade mostrando a face externa com o modelo de receptor feito de *biscuit* e na outra metade a face interna, expondo a representação do núcleo pelo círculo menor, em vermelho. Dentro do núcleo há um par de cromossomos representados por filamentos feitos de *biscuit* encaixados em cavidades. Em **a**, os dois cromossomos possuem miçangas amarelas e losangulares, representando os alelos do gene responsável por codificar o receptor da membrana. Essa combinação de alelos é responsável pelo re-

ceptor (azul) que se encaixa à molécula sinalizadora. Em **b**, os cromossomos possuem alelos diferentes para o gene responsável por codificar o receptor da membrana. Um deles está representado por uma miçanga amarela e losangular e o outro por uma miçanga vermelha e redonda. Essa combinação de alelos também é responsável pelo receptor (azul) que se encaixa à molécula sinalizadora. Em **c**, os dois cromossomos possuem miçangas vermelhas e redondas, representando os alelos do gene responsável por codificar o receptor da membrana. Essa combinação de alelos é responsável pelo receptor (verde) que não se encaixa à molécula sinalizadora.

Proposta de atividade

Por meio do recurso é possível trabalhar dois conceitos dentro do campo da Genética Clássica: relação fenótipo/genótipo e dominância/recessividade. Para isso, propõe-se a seguinte atividade:

I. Conhecendo o material

1. Separar duas pessoas, uma será considerada sensível e outra insensível ao PTC, para utilizar como exemplo na aplicação do recurso. Um dos participantes poderá ser a pessoa com deficiência visual. Caso haja a possibilidade, para fins didáticos, poderá ser feita a aplicação de PTC nas línguas dos estudantes, verificando os sensíveis e insensíveis. A atividade prática é de grande relevância e recomendamos sua aplicação para permitir maior engajamento dos estudantes com deficiência visual.
2. Apresentar o modelo em sua estrutura externa (Figura 3). Montar a célula do modelo 1 (receptor azul - Figura 3a) com dois cromossomos; os dois deverão ter a miçanga amarela em formato de losango em seu interior. Apresentar o modelo 2

(receptor verde - Figura 3c) com dois cromossomos; os dois deverão ter a miçanga vermelha em formato redondo em seu interior. Apresentar o modelo 3 (receptor azul - Figura 3b), com dois cromossomos; um com a miçanga em formato de losango e outro com a miçanga em formato redondo. Mostrar a célula, dizer a localização dela (papilas gustativas, na língua) e ressaltar a diferença entre elas (a pessoa cega ou com deficiência visual deverá manusear os modelos). Nesse momento, se foi feita aplicação de PTC nos alunos, o modelo com a célula referente ao receptor de sensibilidade ao PTC deverá ser referido à pessoa que apresenta essa característica e o outro modelo ao insensível ao PTC. Caso não tenha sido realizada essa atividade, apenas selecionar alunos exemplificando qual é o sensível e qual o insensível. Nesse contexto, a(o) docente poderá perguntar aos estudantes quem sente gosto amargo ao ingerir brócolis, couve, agrião, pois essa pode ser uma indicação indireta de sensibilidade ao PTC. No diálogo com a classe, deve-se ressaltar que a diferença na sensibilidade está na variação encontrada no receptor e que é uma proteína, mostrando que ela está diferente entre as duas pessoas.

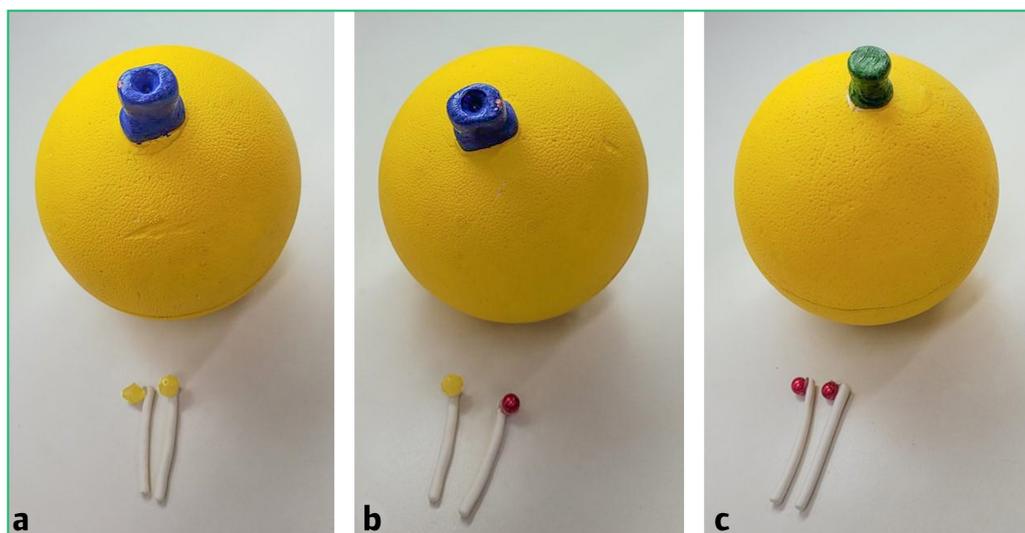


Figura 3. Recurso didático mostrando o exterior da célula e os respectivos cromossomos que deverão estar em seu interior.

Descrição da figura: Nas três imagens que compõe a Figura 3 (a, b e c) temos três esferas na cor amarela, representando a célula gustativa. Em a, na região central, há uma

estrutura azul que representa o receptor com o encaixe para a molécula sinalizadora e ao lado da célula dispõe-se dois objetos em forma de palito (cromossomos), com duas

miçangas amarelas em sua extremidade, representando os alelos. Em **b**, na região central, há uma estrutura azul, que representa o receptor com o encaixe para a molécula sinalizadora e ao lado da célula dispõe-se dois objetos em forma de palito (cromossomos), um com uma miçanga amarela em sua extremidade e outro com uma miçanga vermelha, representando diferentes alelos. Em **c** há, na região central, um ponto verde que representa o receptor que não se encaixa à molécula sinalizadora e, ao lado da célula, dois objetos em forma de palito (cromossomos), com duas miçangas vermelhas em sua extremidade, representando os alelos.

3. Antes de manusear, explicar que na língua possuímos cerca de 20.000 papilas gustativas, e que cada uma delas possui cerca de 50 a 100 células. O modelo apresentado representa uma dessas células. Entregar a molécula sinalizadora que se encaixa no receptor às duas pessoas, ressaltando ser a molécula de PTC. Pedir para verificarem em qual das células ela irá se encaixar. As duas pessoas manusearão os modelos e chegarão à conclusão de que a molécula se encaixa no modelo 1. Nesse momento, verificar qual é o modelo 1, sensível ou insensível ao PTC. Por associação verão que a molécula se encaixa no modelo 1, sensível ao PTC. Então, temos a associação de que o indivíduo que possui o receptor que consegue conectar à molécula sinalizadora é o sensível ao PTC. Se ele consegue conectar, a mensagem é recebida pela célula e, por isso, que se sente o sabor amargo. Utilizar o **Quadro 1** para melhor explicar como isso ocorre. No outro caso, como a molécula não se conecta, a pessoa não será capaz de reconhecer o sabor amargo. Utilizar novamente as explicações do **Quadro 1** para essa etapa.

II. Relação fenótipo e genótipo

1. Após detectado que a diferença de sensibilidade ao PTC está relacionada ao tipo de receptor/proteína presente na membrana da célula gustativa, poderá ser rea-

lizada uma conversa com a sala, conforme descrita a seguir:

Pergunta: “Onde fica a informação para produção da proteína no nosso corpo?”

Resposta: “Nos genes, que estão dispostos nos cromossomos. Temos 46 cromossomos (23 pares de cromossomos homólogos), sendo 23 cromossomos vindos de nosso pai (espermatozoide) e 23 cromossomos vindos de nossa mãe (ovócito). As formas do gene são chamadas de alelos; os alelos paternos serão os que estão nos cromossomos homólogos que vieram de nosso pai e alelos maternos os que estão nos cromossomos homólogos que vieram de nossa mãe. Cada alelo terá contribuição no fenótipo/característica. No caso do PTC, essa informação para a proteína dos receptores está nos alelos do gene *TAS2R38*, localizados no cromossomo 7, que está representado dentro do núcleo da célula. Vamos abrir essa célula e verificar o par de cromossomos 7, um sendo o cromossomo paterno e o outro o materno, que possui os alelos gênicos para informação da proteína que compõe o receptor de PTC.”

Ressaltar que na célula real há também os outros 22 pares de cromossomos, mas que no recurso foi utilizado apenas o par relativo ao cromossomo que possui a informação genética para a expressão do gene associado à síntese proteica do receptor do PTC.

Ao abrir a célula, verão/apalparão os cromossomos, paterno e materno, que estão com a miçanga representando os alelos. Começar pela célula que possui o receptor cuja molécula não se une, ou seja, dos insensíveis ao PTC. Ao investigar, os estudantes perceberão que, interiormente, ambos os cromossomos possuem o mesmo alelo (miçanga vermelha redonda), tanto no cromossomo paterno quanto no materno. Nesse momento, a miçanga redonda poderá ser nomeada como a letra **t** (**t** minúsculo).

2. Apresentar a célula de pessoas sensíveis ao PTC, cuja molécula sinalizadora se encaixou. Nesse caso, dentro dela teremos as duas cópias com as miçangas amarelas em forma de losango, representando um alelo diferente da primeira célula, ou seja, o produto desse gene será diferente da outra célula. Nesse momento, o professor poderá nomear a miçanga em formato de losango como a letra T (T maiúsculo). Apresentar a célula de pessoas sensíveis ao PTC, com seu interior composto de dois cromossomos, um deles com a miçanga amarela em losango e o outro com a miçanga vermelha em formato redondo. Pedir para o aluno apalpar o receptor e verificar os alelos. O estudante perceberá que o alelo presente nas duas situações é o em forma de losango e que uma única cópia é suficiente para apresentar o receptor associado com a sensibilidade ao gosto de PTC. Nesse momento, os alunos irão verificar a associação fenótipo/genótipo. Em todos os momentos poderão ser utilizadas informações do Quadro 1 e do Quadro 2 para as explicações.

III. Fenótipos dominante e recessivo

1. Ao trabalhar a relação fenótipo/genótipo, será possível ensinar o conceito de homocigoto (os dois alelos iguais/miçangas redondas (tt), miçangas em losango (TT)) e heterocigoto (um alelo diferente do outro – miçangas diferentes, uma redonda e outra em formato losango (Tt)). A relação de dominância e recessividade poderá ser trabalhada utilizando a célula heterocigota, pois é pelo heterocigoto que revelamos qual é o fenótipo dominante, ao contrastar com os homocigotos. No caso, a sensibilidade ao PTC é o fenótipo dominante e o alelo que está associado a esse fenótipo é o T, ou seja, a miçanga em formato de losango. Consequentemente, o fenótipo recessivo será a insensibilidade ao PTC e,

assim, somente será insensível quem for homocigoto para o alelo t (formato de miçanga redondo). Para essa etapa também poderão ser utilizadas as informações contidas no Quadro 2.

No apêndice são apresentados alguns exercícios para serem trabalhados em sala de aula.

Considerações finais

Neste trabalho, o intuito foi abordar fenótipos que tornem o ensino de Genética mais inclusivo e que possam trazer mais engajamento na sala de aula, especialmente de pessoas com deficiência visual e cegos. O uso do modelo 3D, representando uma célula, pode favorecer a percepção da relação entre a variação genética (variação nos receptores/proteínas) e variação na sensibilidade ao sabor amargo. Além da relação fenótipo/genótipo e dominância/recessividade, o modelo pode ajudar na resolução de exercícios envolvendo herança Mendeliana, disponíveis nos livros didáticos. A sinalização celular é um assunto complexo, mas o modelo poderá ser utilizado de maneira simplificada no Ensino Fundamental II, principalmente no contexto de receptores de membrana plasmática.

Para saber mais

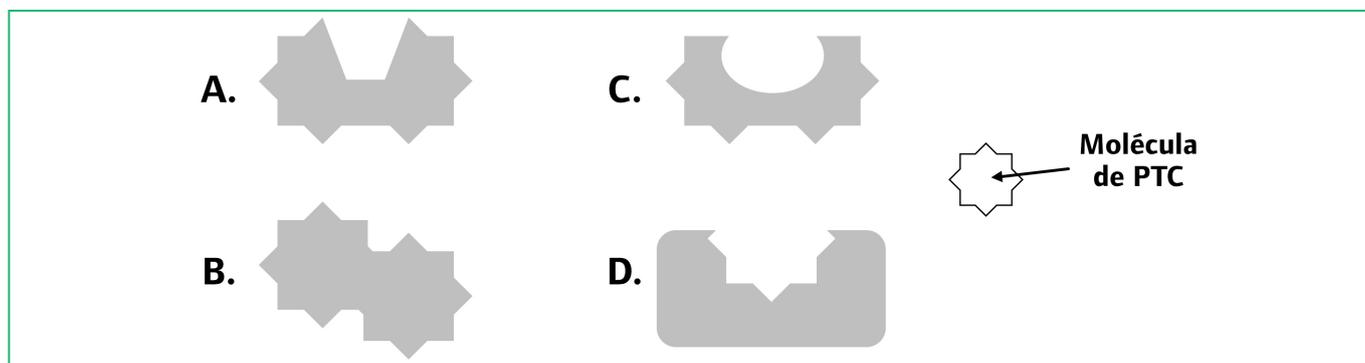
- BAIOTTO, C. R.; SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S. Para ensinar genética mendeliana: ervilhas ou lóbulos de orelha. *Genética na Escola*, v. 11, n. 2 sup., 2016.
- CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E.M.B. Recursos didáticos na educação especial. *Revista Benjamin Constant*, n. 15, 2000.
- ROCHA, S. J. M.; SILVA, E. P. Material didático para o ensino inclusivo de herança genética. *Genética na Escola*, v.12, n.1, 2017.
- SODRÉ, L. M. K. (Org.). *Práticas de Genética*. Editora UEL. Universidade Estadual de Londrina, Londrina - PR. 101 p. 1999.

Apêndice

Sugestões de Exercícios

1. O desenho à direita mostra uma molécula de PTC. Qual dos diagramas abaixo melhor representa uma proteína receptora para uma pessoa que é sensível ao PTC?

(Este exercício pode ser feito com recortes em EVA para que pessoas com deficiência visual possam realizá-lo.)



2. Se houver a possibilidade de testar a sensibilidade ao PTC aos alunos, tentar associar a relação genótipo/fenótipo de acordo com os quadros abaixo:

- a. Contar quantos alunos da sala sentiram o sabor amargo e quantos não sentiram:

Número de alunos	O que sentiram
	Sabor amargo
	Não sentiram sabor amargo

- b. Quantos alunos se encaixam no perfil:

Número de alunos	PTC	Justificativa
	Sensíveis ao PTC	
	Insensíveis ao PTC	
	São com certeza homocigotos	
	Podem ser homocigotos ou heterocigotos	
	Possuem alelos para sensibilidade ao PTC	
	Não possuem alelos para sensibilidade ao PTC	
	Possuem genótipo tt	
	Possuem pelo menos um alelo T	

Gabarito

1. Resposta correta: **D** (formato em que a molécula de PTC se encaixa perfeitamente).

2. a. Contar e colocar o número de alunos que se enquadram em cada situação.

Número de alunos	O que sentiram
	Sabor amargo
	Não sentiram sabor amargo

b. De acordo com o número acima, em cada categoria:

Número de alunos	PTC
Nº dos que sentiram sabor amargo	Sensíveis ao PTC
Nº dos que não sentiram sabor amargo	Insensíveis ao PTC
Nº dos que não sentiram sabor amargo	São com certeza homozigotos
Nº total de alunos: (Nº dos que sentiram o sabor amargo (homozigotos ou heterozigotos para o alelo normal) e nº dos que não sentiram sabor amargo (homozigoto para o alelo alterado))	Podem ser homozigotos ou heterozigotos
Nº dos que sentiram sabor amargo	Possuem alelos para sensibilidade ao PTC
Nº dos que não sentiram sabor amargo	Não possuem alelos para sensibilidade ao PTC
Nº dos que não sentiram sabor amargo	Possuem genótipo tt
Nº dos que sentiram sabor amargo	Possuem pelo menos um alelo T