

CROSSING-OVER DESIGUAL: CONHECENDO A ORIGEM DAS DUPLICAÇÕES E DELEÇÕES CROMOSSÔMICAS ATRAVÉS DE UM MODELO DIDÁTICO

Giselle Camila do Nascimento Silva¹
Matheus Henrique Ramos dos Santos²
Maria Thaysa Monteiro³
Adriel do Carmo Silva⁴
Mislânia Danúbia da Silva Ferreira⁵
Ana Cristina Lauer Garcia⁶

INTRODUÇÃO

A genética é um campo de pesquisa amplo que estuda a transmissão, as mudanças e a expressão dos genes, bem como os padrões evolutivos ao longo do tempo (Moura *et al.*, 2013; Souza *et al.*, 2015). No contexto escolar, esta é uma área de difícil aprendizado, sobretudo em razão de abordar muitos conceitos e processos que, por não poder ser visualizados, se tornam “abstratos” para os discentes (Oliveira, 2017; Sabino; Ferreira, 2023, Lopes, 2023).

Sob essa perspectiva, é evidente que a investigação de assuntos tratados em genética, como divisão celular, se tornam complexos para os estudantes. Sua compreensão exige a elucidação das diferentes etapas do ciclo celular, que por suas características microscópicas, dificulta a compreensão de todo o processo, ainda mais em ambientes escolares que não contam com microscópios para realização de atividades práticas (Costa *et al.*, 2020; Silva; Morais; Freitas, 2019). Essa ausência de visualização das estruturas de modo direto, tornam os conceitos e processos trabalhados nas aulas de genética difíceis para o aprendizado dos discentes (Silva; Roque, 2020).

Aliado a essa realidade, destaca-se o método de ensino tradicional, que ainda é amplamente utilizado nos espaços acadêmicos. Nesse contexto, o livro didático é empregado

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, giselle.cnsilva2@ufpe.br ;

² Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal - UFPE, matheus.hrsantos2@ufpe.br.

³ Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal - UFPE, thaysa.monteiro@ufpe.br.

⁴ Doutor pelo Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal - UFPE, adriel.carmo@ufpe.br.

⁵ Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal - UFPE, mislania.ferreira@ufpe.br ;

⁶ Professora orientadora, Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco - PE, anacristina.garcia@ufpe.br.

como único recurso de apoio para os conteúdos trabalhados (Silva, 2021). Segundo Montenegro *et al.* (2014), os livros didáticos não trazem os conteúdos abstratos de maneira plena, pois são adicionadas imagens, apesar de poucas, que não conseguem, muitas vezes, representar as estruturas de maneira clara e de fácil entendimento. Os autores ainda ressaltam que os métodos tradicionais de docência estão ultrapassados, pois atualmente, estão sendo desenvolvidas mais possibilidades de ensino e aprendizagem..

As limitações do ensino tradicional contribuem para aumentar a distância entre a relação dos assuntos trabalhados e realidade dos estudantes e, neste contexto, há a necessidade de novas abordagens de ensino que facilitem a assimilação dos conteúdos trabalhados e tornem a aprendizagem mais significativa para os estudantes (Araújo; Gusmão, 2017).

Dessa forma, os modelos didáticos vêm ganhando espaço como ferramentas cruciais para o novas abordagens de ensino, facilitando a compreensão de conceitos considerados complexos pelos discentes e permitindo a concretização de conteúdos antes tidos como abstratos (Temp; Carpilovsky; Guerra, 2011; Silva; Morbeck, 2019).

Devido às dificuldades apresentadas é imprescindível a elaboração de modelos didáticos que facilitem o aprendizado de diferentes conteúdos estudados em genética. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um modelo didático para representar a origem de deleções e duplicações cromossômicas pelo *crossing-over* desigual entre cromossomos homólogos durante meiose, fazendo o uso de materiais de fácil acesso e baixo custo.

METODOLOGIA

Confeccionou-se o modelo didático a partir de materiais acessíveis e de baixo custo, sendo eles: dois espaguetes de piscina (nas cores verde e vermelho), estilete, régua, tesoura, EVA, cano PVC e cola.

No primeiro momento, cada espaguete foi cortado em tamanhos iguais para representar as cromátides de cada um dos cromossomos homólogos (célula $2n=2$). Um desses cromossomos foi representado pelo espaguete de cor verde e o outro pelo espaguete vermelho. Através de uma “raspagem” com um estilete nas laterais dos espaguetes foi delimitada a região da constrição primária (centrômero).

Para possibilitar a representação do crossing over desigual foram cortadas uma das cromátides de cada um dos cromossomos homólogos, sendo o tamanho da região cortada diferente entre cada homólogo. Posteriormente, utilizou-se um cano PVC que foi introduzido dentro de uma dessas cromátides cortadas, a fim de possibilitar que as peças dos espaguetes

que foram cortados pudessem ser trocadas e encaixadas entre os diferentes cromossomos homólogos.

Por fim, foram desenhadas letras (A, B, C, D e E) com lápis no EVA e feitos os recortes das letras com o auxílio de uma tesoura. As letras foram coladas sobre os cromossomos com o objetivo de representar os seus alelos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo didático elaborado neste trabalho traz a representação dos cromossomos homólogos, seus alelos e as consequências de um crossing-over desigual gerando gametas com deleções e duplicações. O crossing-over desigual ocorre após o pareamento entre os cromossomos homólogos durante o paquíteno que é uma das fases prófase 1 da meiose (Souza *et al.*, 2015).

O modelo didático apresentado foi confeccionado para ser aplicado em turmas do 3º anos do Ensino Médio, no objeto do conhecimento sobre Mutações: alterações genéticas e cromossômicas (estruturais e numéricas).

Sugere-se que o recurso apresentado neste trabalho seja aplicado acompanhado de aulas teóricas do conteúdo, ou até sendo objeto de Sequências didáticas desenvolvidas pelos docentes. Ressalta-se a importância do uso de modelos didáticos nas aulas de genética, visto que esta é uma subárea da biologia que abrange muitos conceitos e termos considerados complexos pelos estudantes, além de apresentar uma rica quantidade de estruturas a nível microscópicas submicroscópicas, o que impede que haja uma relação entre o visto na aula com o cotidiano (Lima, 2019; Aquino, 2018).

De acordo com Moura (2013) os desafios do ensino da genética são diversos, dentre eles, destacam-se a rejeição pela área em virtude de seus assuntos tão complexos e de difícil assimilação. Corroborando este pensamento, Borges *et al.*, (2017) completa descrevendo o porquê que a rejeição por parte dos alunos acontece, evidenciando as estratégias didáticas utilizadas, material para expor os conteúdos, recursos didáticos escassos, além da falta do conhecimento pré-existente por parte dos alunos.

Os modelos didáticos surgem como ferramentas facilitadoras de ensino, de modo que espera-se que o recurso produzido no presente trabalho possa auxiliar positivamente as aulas de genética. A partir desta percepção, Gonçalves (2021) defende que o uso de modelos tridimensionais geram um impacto satisfatório nas aulas de biologia, proporcionando aulas mais criativas e interessantes aos estudantes. Karasawa *et al.* (2022) evidencia que o uso de

modelos didáticos no ensino impacta de forma positiva o interesse, a compreensão e o aprendizado dos temas ministrados.

Ainda, os modelos didáticos podem conectar os assuntos da genética e facilitar a compreensão, desenvolvimento de habilidades e competências dos alunos (Krasilchick, 2004). Desta forma os modelos didáticos são maneiras para facilitar a ciência de ensino, aumentando as formas de aprendizagem, e facilitando a explicação de processos e conceitos (Aquino, 2018). Vale ressaltar que, mesmo havendo trabalhos que reconheçam a importância da elaboração e aplicação dos modelos didáticos em sala de aula para os conteúdos do ensino de genética (Vilhena *et al.*, 2010; Rezende; Gomes, 2018; Brito, Silva; Alvarenga, 2021), ainda há necessidade de mais pesquisas abordando a construção de novas ferramentas didáticas.

Os modelos didáticos são reconhecidos por diversos autores como ótimas ferramentas no ensino da genética, devido às suas vantagens em relação à percepção visual e tátil (Santos *et al.*, 2019; Aquino, 2018). Assim, o modelo didático aqui apresentado se propõe a contribuir para o ensino da genética, através de sua estrutura, da sua funcionalidade, facilidade de manuseio e acessibilidade.

Por fim, espera-se que o modelo proposto seja uma ferramenta pedagógica valiosa para o ensino da genética. Sua utilização em sala de aula deverá favorecer a compreensão da relação do *crossing-over* desigual com eventos de duplicações e deleções, tão importantes como causadoras de síndromes genéticas e também para os mecanismos evolutivos das espécies (Souza *et al.*, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A genética é uma área da biologia considerada complexa para ser explicada apenas com os métodos mais tradicionais de ensino. Devido a essa realidade, muitas vezes a aprendizagem na área é difícil de ser concretizada. Para isso, os modelos didáticos agem como ferramentas estratégicas para o progresso do ensino e aprendizagem, pois apresentam subsídios necessários para melhor percepção dos processos e visualização de estruturas de modo que interligam a teoria e a prática.

Assim, o trabalho apresenta um modelo didático como um caminho para explicar como se originam as duplicações e deleções cromossômicas. Ainda, vale ressaltar que o modelo didático foi desenvolvido com materiais de baixo custo e fácil acesso, sendo possível que os alunos elaborem o modelo e, assim, sejam convidados a ter uma participação mais efetiva nas aulas de genética.

Palavras-chave: Citogenética, Cromossomos homólogos, Meiose, Recurso didático.

REFERÊNCIAS

AQUINO, S. P. *et al.* O ensino de genética utilizando modelos didáticos: uma proposta metodológica na formação inicial de professores. 2018.

ARAÚJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2017.

BORGES, C. K. G. D.; SILVA, C. C.; REIS, A. R. H. As dificuldades e os desafios sobre a aprendizagem das leis de Mendel enfrentados por alunos do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 61-75, 2017.

BRITO, K. M.; SILVA, J. N. M.; ALVARENGA, E. M. Abordagem sobre aprendizagem significativa: práticas pedagógicas no ensino de Genética para alunos do ensino médio. *Revista de Educación en Biología*, v. 24, n. 1, p. 119-133, 2021.

COSTA, B. N.; *et al.* The teaching process of Cell Biology in High Schools in Barreirinhas, Maranhão. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 9, n. 8, p. e337985621, 2020.

GONÇALVES, T. M. . Building a low-cost 3D didactic model to facilitate the learning of the plasma membrane in High School and Elementary School. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 5, p. e3510514541, 2021.

KARASAWA, M. M. G. .; ALMEIDA, T. M. C. de .; GONÇALVES, T. M. .; FERREIRA, E. B. . Creation and use of didactic materials to teach the ABO blood system . **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. e3211225344, 2022.

KRASILCHIK, M. *Prática de Ensino de Biologia*. 4 ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

LIMA, M. O. L. **Atividades práticas de biologia: o uso de uma sequência de ensino investigativa sobre o ciclo celular**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Piauí.

LOPES, S. M. C. . Genetics Education in High School: challenges and new perspectives for quality of learning. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. e7912139422, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i1.39422.

MONTENEGRO, L. A. *et al.* Recursos didáticos para o desenvolvimento de atividades experimentais no ensino de biologia modalidade a distância: uma proposta bioética voltada

para a não manipulação de animais no ensino básico. Anais do 11º Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância. 2014.

MOURA, J. *et al.* Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, jul./dez. 2013

OLIVEIRA, A. S. C. Estratégias Didáticas em Educação Especial para o Ensino de Biologia celular e Genética. 2017.

REZENDE, L. P.; GOMES, S. C. S. Uso de modelos didáticos no ensino de genética: estratégias metodológicas para o aprendizado. Revista de Educação, ciências e matemática, v. 8, n. 2, p. 107-124, 2018

SABINO, V. D. P; FERREIRA, D. C. Jogos pedagógicos como ferramenta para elucidar as propriedades básicas da molécula de DNA. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 11, n. 1, p. e23051-e23051, 2023.

SANTOS, M. D. F. S.D et al.. Construção de um modelo tátil para compreensão da origem de duplicações e deleções cromossômicas. Anais VI CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/59642>>.

SILVA, C. E. P.; MORAIS, T. L.; FREITAS, J. ; R. S. Microscópio Caseiro: uma alternativa para a melhoria do ensino de citologia nas escolas com ausência de laboratório de ciências. In: IV Congresso Nacional de Educação, v. 2, p. 1 - 6, 2019.

SILVA, G. G. M. A importância dos modelos didáticos em ciências biológicas: uma breve revisão bibliográfica. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2021

SILVA, R. G. S.; ROQUE, F. Aprimoramentos em um microscópio caseiro e sua eficácia para ensinar citologia básica. Holos, v. 4, p. 1-12, 2020

SILVA, T. G.; MORBECK, L. L. B. Utilização de Modelos Didáticos como Instrumento Pedagógico de Aprendizagem em Citologia. Revista de psicologia, v. 13, n. 45, p. 594- 608, 2019.

SOUZA, P. R. E et al. Genética geral para universitários. Recife: EDUFRPE, 2015.

TEMP, D. S.; CARPILOVSKY2. C. K. G. L. Cromossomos, gene e DNA: utilização de modelo didático. 2011.

VILHENA, N. Q.; *et al.* . Modelos didático-pedagógicos: estratégias inovadoras para ensino de biologia. II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Artigo 196. Universidade do Estado do Pará, 2010.