

## PROPOSTA DE UM MODELO DIDÁTICO PARA O ENSINO DAS ALTERAÇÕES CROMOSSÔMICAS ESTRUTURAIS

Amanda Celerino da Silva<sup>1</sup>  
Letícia Stéfany Santos de França<sup>2</sup>  
Maria das Dores da Silva<sup>3</sup>  
Maria de Fátima Severina dos Santos<sup>4</sup>  
Ana Cristina Lauer Garcia<sup>5</sup>

### INTRODUÇÃO-

No ensino da disciplina de biologia, a genética é considerada pelos alunos uma das áreas de maior dificuldade de compreensão devido, em grande parte, a complexidade dos seus conteúdos aos olhos dos estudantes (BELMIRO; BARROS, 2017). O fato de abordar conceitos relacionados a estruturas microscópicas e submicroscópicas dificulta o entendimento dos assuntos de genética, distanciando os conteúdos desta área do cotidiano dos estudantes (TEMP, 2011).

A fim de suprir estas dificuldades, os modelos didáticos têm sido considerados alternativas complementares e eficientes de ensino, facilitando o processo de ensino-aprendizagem na área de genética (MENDONÇA; SANTOS, 2011; CAVALCANTE E SILVA, 2008; MEDEIROS; RODRIGUES, 2012; DUSO, 2012; KLAUBERG, 2015). O uso destes recursos facilita a compreensão de estruturas tridimensionais, especialmente estruturas microscópicas, tornando conceitos considerados abstratos em algo mais assimilável e significativo para os estudantes (CECCANTINI, 2006). Além disso, a utilização de modelos didáticos torna as aulas mais dinâmicas e atrativas para os estudantes (NICOLA; PANIZ, 2016).

As alterações cromossômicas estruturais estão entre os assuntos abordados nas aulas de genética. Devido a estas alterações ocorrem mudanças na morfologia dos cromossomos, nos quais segmentos cromossômicos podem ser perdidos, duplicados ou rearranjados. São classificadas em: deleções, duplicações, inversões e translocações, estando relacionadas tanto com doenças que afetam diferentes organismos vivos, incluindo seres humanos, como também são fonte importante de variação genética, fundamental para o processo evolutivo (SNUSTAD; SIMMONS, 2013).

O presente trabalho apresenta um modelo didático que visa facilitar a compreensão da das alterações cromossômicas estruturais. A partir deste modelo espera-se que os alunos não apenas compreendam melhor o que são estas alterações cromossômicas, como também sejam estimulados a compreender sua importância para os seres vivos. Para a confecção do modelo foram utilizados materiais duráveis e de baixo custo, de forma a incentivar o uso deste recurso didático em diferentes escolas.

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, [amandacelerino17@gmail.com](mailto:amandacelerino17@gmail.com);

<sup>2</sup> Graduanda do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, [leticia18.stefany@gmail.com](mailto:leticia18.stefany@gmail.com);

<sup>3</sup> Graduanda do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, [isabelamello@hotmail.com](mailto:isabelamello@hotmail.com);

<sup>4</sup> Graduanda do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, [fatima.santos.ufpe@gmail.com](mailto:fatima.santos.ufpe@gmail.com);

<sup>5</sup> Professor orientador: Doutora, Professora de Genética na Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, [alauergarcia@yahoo.com.br](mailto:alauergarcia@yahoo.com.br).

## METODOLOGIA

Para confeccionar o modelo didático foram utilizados os seguintes materiais: dois flutuadores de piscina (tipo macarrão) nas cores rosa e verde, cola quente, estilete, velcros e folhas de emborrachado (EVA).

Primeiramente, com o auxílio de um estilete, cada flutuador de piscina foi cortado em quatro segmentos de mesmo tamanho, cada segmento representando uma cromátide. O flutuador da cor rosa foi cortado em partes maiores em relação ao flutuador verde. Em seguida, foram produzidas escavações com estilete nos flutuadores, a fim de representar as constrições primárias (centrômero). Com os flutuadores verdes foram produzidos cromossomos acrocêntricos e com os rosas cromossomos metacêntricos, sendo possível representar uma célula  $2n=4$ . Estes procedimentos foram realizados para representar pares de cromossomos homólogos. No total foram produzidas quatro cromátides verdes e quatro rosas, possibilitando a representação do material genético antes e após a fase S da interfase.

A fim de permitir a junção das cromátides-irmãs foram utilizados velcros entre as constrições primárias. Ao longo das cromátides foram aderidas letras, confeccionadas com folhas de EVA, representando os alelos. Nas cromátides verdes foram aderidas as letras “A”, “B”, “C” e “D” em um dos cromossomos do par de homólogos e as letras “a”, “b”, “c” e “d” no outro par. Já nas cromátides rosas foram aderidas as letras “E”, “F”, “G” e “H” em um dos pares de homólogos e as letras “e”, “f”, “g” e “h” foram utilizadas para o outro par.

Para possibilitar a representação das alterações cromossômicas estruturais foram feitos cortes ao longo das cromátides dos diferentes cromossomos, permitindo que estas pudessem ser desencaixadas e inseridas em outro cromossomo. Para que os segmentos se encaixassem foi colado velcro entre os mesmos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo didático produzido poderá ser utilizado para que o professor explique aos estudantes os diferentes tipos de alterações cromossômicas estruturais. A deleção e as duplicações poderão ser representadas, respectivamente, pela retirada ou inserção, de um ou mais segmentos dos flutuadores (representando segmentos cromossômicos), os quais podem ser facilmente manipulados pelo encaixe, através do velcro, que une estes segmentos. Quanto as inversões, o modelo permite representar duas quebras em um cromossomo e a soldadura deste segmento após rotação de  $180^\circ$ , gerando uma porção com a ordem gênica invertida em relação a sua posição original. É possível representar os dois tipos de inversões, as pericêntricas, na qual o segmento invertido inclui o centrômero, e as paracêntricas quando as quebras ocorrem em um mesmo braço cromossômico e o centrômero não está presente na região invertida. Finalmente, translocações recíprocas, envolvendo trocas de material genético entre cromossomos não homólogos, também podem ser demonstradas, assim como as translocações simples nas quais um segmento de um cromossomo se une a outro cromossomo não homólogo. Como alguns ajustes no modelo proposto é possível representar translocações robertsonianas, as quais envolvem dois cromossomos acrocêntricos com perda dos braços curtos e sua fusão pelos centrômeros, ou próximo a eles.

A utilização de letras para a representação dos alelos nos flutuadores permite que os eventos de reorganizações cromossômicas possam ser mais detalhadamente ilustrados, comparativamente a outros modelos já propostos para o aprendizado das alterações cromossômicas, como os trabalhos de Valadares et al. (2014) e Ribeiro & Silva (2016).

Modificações no tamanho dos braços cromossômicos, possíveis de serem representados através de rearranjos dos segmentos dos flutuadores, permitem que sejam

representados diferentes tipos morfológicos de cromossomos: metacêntrico, submetacêntrico, acrocêntrico e telocêntrico. O modelo didático também possibilita que o professor trabalhe com outros conceitos importantes da área de genética, como a definição de cromossomos homólogos, o comportamento dos cromossomos durante as divisões mitóticas e meióticas, o crossing-over, dentre outras aplicações, sendo bastante versátil para as aulas desta área de ensino.

Diante das dificuldades relatadas pelos estudantes para compreensão de assuntos relacionados a área da genética (BELMIRO; BARROS, 2017), os modelos didáticos são alternativas que podem facilitar a compreensão de processos e de estruturas complexas, uma vez que podem ser manipulados, permitindo uma melhor visualização e assimilação dos conteúdos (MORAIS; MARQUES, 2017). Estes recursos de ensino são considerados ferramentas valiosas de aprendizagem, tornando as aulas mais diversificadas, dinâmicas e atrativas, ao mesmo tempo em que auxiliam o professor na execução de diferentes conteúdos em suas aulas (FERRAZ; TERRAZAN, 2002, ARAÚJO; GUSMÃO, 2017). Em vista destes aspectos muitos autores têm enfatizado que os modelos didáticos merecem um espaço maior nas práticas pedagógicas podendo proporcionar uma melhor compreensão de conceitos que eram até então muito abstratos para os estudantes (SETÚVAL, 2000; CAVALCANTE; SILVA, 2008; LARENTIS; MALACARNE; SEREIA, 2010; RODRIGUES, 2012; AMORIM 2013).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo didático aqui apresentado é uma ferramenta alternativa para o aprendizado das alterações cromossômicas estruturais, podendo ser também aplicado para ilustrar outros assuntos relacionado a área da genética. O fato de ser versátil, de baixo custo e durável estimula seu uso para o aprendizado deste assunto tão difícil de ser verdadeiramente compreendido pelos estudantes de biologia.

**Palavras-chave:** deleção, duplicação, inversão, translocação, rearranjos cromossômicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, A. S. **A influência do uso de jogos e modelos didáticos no ensino de biologia para alunos de ensino médio.** 2013. 439 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas)- Universidade Aberta do Brasil, Centro de ciências e Saúde. Universidade Estadual do Ceará, Ceará. 2013.

BARROS, G. D.; RIBEIRO, A. M.; SILVA, D. M. S. da. O uso de Recursos Didáticos no Ensino de Genética: Investigando as Produções Acadêmicas Nacionais. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, 6.,2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis/ SC, 2017.

BELMIRO, M. S.; BARROS, M. D. M. de. Ensino de genética no ensino médio: uma análise estatística das concepções prévias de estudantes pré-universitários. **Revista Práxis**, v. 9, n. 17, jun., 2017.

CAVALCANTE, D.; SILVA, A. Modelos didáticos e professores: concepções de ensino aprendizagem e experimentações. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, UFPR. 2008.

CAVALCANTE, Dannuza Dias; SILVA, AFA da. Modelos didáticos de professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentação. **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2008.

CECCANTINI, G. Os tecidos vegetais têm três dimensões. **Revista Brasileira. Bot.**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 335-337, 2006.

CRUZ, J. F. Aprendizagem significativa em genética por meio de modelos didáticos. In: Encontro internacional de formações de professores Ciências, 11., 2018, Sergipe. **Anais...Sergipe**, 2018.

DUSO, L. O uso de modelos no ensino de biologia. In: Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino, Campinas, São Paulo: ENDIPE, p. 1-10, 2012.

FERRAZ, D. F.; TERRAZAN, E. F. 2002 Construção do conhecimento e ensino de Ciências: papel do raciocínio analógico. *Revista do Centro de Educação Santa Maria*, v. 27, n.1, p. 39-54, 2002.

KLAUBERG, S. D. W. O Lúdico no Ensino da biologia uso de um modelo didático para ensino da divisão celular mitótica. 2015. 21 f. Monografia (Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio), Universidade Federal do Paraná, Nova Londrina, 2015.

LARENTIS, C.; MALACARNE, T. J.; SEREIA, D. A. **A importância dos modelos didáticos no Ensino de Ciências nas séries do ensino fundamental**. 2010.

MENDONÇA, C. O.; SANTOS, M. W. O. Modelos didáticos para o ensino de ciências e biologia: aparelho reprodutor feminino da fecundação a nidação. In: V colóquio internacional “educação e contemporaneidade”, São Cristovão, 2011. **Anais... Sergipe**, 2011.

MEDEIROS, K.C.R.; Rodrigues, F.M. Análise da eficiência do uso de um modelo didático para o ensino de citogenética. *Estudos, Goiânia*, v. 39, n. 3, 2012, p. 311-319, jul/set. 2012.

MORAIS, G. H.; MARQUES, R. C. P. A importância do uso de modelos didáticos no Ensino de Citologia. In: EDUCERE: CONGRESSO NACIONAL DA EDUCAÇÃO, 8., 2017, **Anais... 2017**. p.1-6.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. *Infor, Inov. Form., Rev. NEaD-Unesp*, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016.

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.

RIBEIRO, R. S. dos; SILVA, T. M. da. Alterações cromossômicas estruturais e segregação meiótica um modelo didático usando massa de modelar. **Genética na Escola**. v.11, n. 2, 2016.

SETUVAL, Francisco; BEJARANO, Nelson. **Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia.** Bahia, 2008.

SETÚVAL.F.A. R; BEJARANO.N.R.R. **Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia.** VII Eeepc Florianópolis, 2000.

SILVA, T. G. da; MORBECK, L. L. B. Utilização de Modelos Didáticos como Instrumento Pedagógico de Aprendizagem em Citologia. **Id on Line Rev. Mult. Psic.** v.13, n. 45. p. 594-608, 2019.

SILVA, T. R. da; SILVA, B. R. da; SILVA, B. M. P. da. Modelização didática como possibilidade de aprendizagem sobre divisão celular no ensino fundamental. **Revista Thema.** v. 15, nº 4. p.1376 a 1386, 2018.

SNUSTAD, D. Peter; SIMMONS, Michael J. **Fundamentos de genética.** 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

TEMP, D. S.; NICOLETTI, E. R.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. **Identificando o conhecimento de genética entre calouros universitários.** Revista SBEnBIO, [São Paulo], n. 7, p. 1441-1451, 2014.

VALADARES, L. B. V.; PEREIRA, A. O.; ALMEIDA, C. S. Morfologia cromossômica e alterações estruturais: um modelo didático. *Genética na Escola*, v. 9, n. 1, p. 20-29, 2014.