

PROPOSTA DE UM MODELO DIDÁTICO PARA COMPREENSÃO DA ORIGEM DE DUPLICAÇÕES E DELEÇÕES CROMOSSÔMICAS POR PERMUTA DESIGUAL

Maria Emília Oliveira de Carvalho¹; Maria de Fátima Severina dos Santos²; Ana Cristina Lauer Garcia³.

¹ *Graduanda Licenciatura em Ciências Biológicas. Centro Acadêmico de Vitória. Universidade Federal de Pernambuco*

E-mail: emiliaoliveira01@hotmail.com

² *Graduanda Licenciatura em Ciências Biológicas. Centro Acadêmico de Vitória. Universidade Federal de Pernambuco*

E-mail: fatima.santos.ufpe@gmail.com

³ *Professora do Núcleo de Ciências Biológicas. Centro Acadêmico de Vitória. Universidade Federal de Pernambuco*

E-mail: alauergarcia@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Por ser uma das áreas da biologia em que os estudantes lidam com conceitos abstratos e aspectos microscópicos, a genética é considerada uma das disciplinas desta área em que os alunos apresentam maior dificuldade de compreensão (KLAUTAU *et al.*, 2009, SILVÉRIO; MAESTRELLI, 2011, ARAÚJO *et al.*, 2011). Esta dificuldade faz com que os alunos decorem muitos dos conceitos estudados na disciplina de genética, ao invés de efetivamente compreendê-los e relacioná-los com fatos do seu cotidiano, tornando a aprendizagem mais motivadora e significativa (ARAÚJO *et al.*, 2011, KREUZER e MASSEY, 2002).

Aprender, de forma significativa, os conteúdos de genética exige dos professores e alunos a vontade de aprender e ensinar. Neste processo o agente motivador deverá ser o professor o qual, através de aulas diferenciadas, deverá buscar promover nos seus alunos o gosto e a curiosidade sobre os temas estudados, estimulando-os a querer entender o que está sendo explicado. A aprendizagem tem origem na motivação, interesse, necessidade, impulso, afeto e emoção (VIGOTSKY, 2001).

Os modelos didáticos têm sido amplamente aceitos como ferramentas alternativas para o processo de ensino-aprendizagem, estimulando o interesse dos alunos, facilitando a compreensão de conceitos complexos e tornando a aprendizagem mais significativa (MENDONÇA; SANTOS, 2011; CAVALCANTE E SILVA, 2008; MEDEIROS; RODRIGUES, 2012; DUSO, 2012; KLAUBERG, 2015). Especialmente na área da genética tem sido enfatizada a importância dos modelos didáticos como ferramentas facilitadoras para a compreensão e a contextualização dos temas estudados (TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2013; KLAUBERG, 2015; LIMA *et al.*, 2017).

Entre as dificuldades apresentadas no ensino da genética estão as alterações cromossômicas estruturais, responsáveis por variações que afetam a morfologia dos cromossomos decorrentes de quebras no material genético seguidas da perda ou mudança de posição dessas porções em relação ao seu local original. Estes novos arranjos cromossômicos se classificam em: deleções, duplicações, inversões e translocações. As alterações cromossômicas estruturais são responsáveis por doenças que afetam diferentes seres vivos, principalmente seres humanos, e também são muito importantes sob o ponto de vista evolutivo (GRIFFITHS *et al.*, 2013).

As deleções e duplicações ocorrem, respectivamente, pela perda ou ganho de material genético. Muitas vezes se originam pela permutação desigual entre homólogos durante a meiose que origina os gametas responsáveis pela formação dos indivíduos que manifestarão essas alterações cromossômicas. No caso da permuta desigual ocorre o emparelhamento inespecífico entre os homólogos na meiose e um dos cromossomos recombinantes perde uma porção de material genético, enquanto o outro, tem essa porção repetida (GRIFFITHS et al., 2013).

O presente trabalho apresenta um modelo didático que visa facilitar a compreensão da origem das alterações cromossômicas estruturais, do tipo deleções e duplicações, pela ocorrência de permuta desigual. A partir deste modelo espera-se que o aluno não apenas compreenda melhor as alterações cromossômicas, como saiba a origem de algumas alterações, tornando este assunto mais prazeroso e fácil de ser verdadeiramente compreendido.

METODOLOGIA

Para a confecção do modelo didático foram utilizados os seguintes materiais: massa de biscuit, tintas de tecido, arames e letras em papel adesivo. Primeiro, com o uso do biscuit, foram confeccionados dois cromossomos homólogos (célula $2n=2$), os quais foram pintados com as tintas de tecido em cores diferentes (azul e vermelho). Em cada cromossomo os blocos, representando os alelos, foram construídos separadamente e, em cada bloco foi realizado um furo permitindo a passagem de um fio de arame. O uso deste fio de arame visou unir os alelos e dar sustentação a estrutura cromossômica, além de permitir a movimentação de alelos entre os cromossomos homólogos. No local de cada alelo foram coladas letras sobre os cromossomos com papel adesivo.

Cada cromossomo homólogo foi primeiramente construído com apenas uma cromátide, para representar o material genético antes da fase S da interfase. Posteriormente foi construída, seguido a mesma metodologia, uma segunda cromátide para cada homólogo, representando a etapa após a duplicação do DNA. Com os homólogos já com duas cromátides é possível simular para os alunos o emparelhamento destes cromossomos e as consequências da permuta desigual entre eles na geração dos gametas formados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo construído permite demonstrar aos estudantes que a permuta resultante do pareamento desigual dos homólogos, ocorrida durante a prófase I, gera gametas portadores de deleções e duplicações de genes. Muitas investigações revelam que os estudantes não apresentam conhecimentos básicos de genética, como a relação genes-cromossomos-DNA e a capacidade de relacionar os processos de divisão celular com a hereditariedade (SANTOS, 2005; TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2013). Frente a estas dificuldades, os modelos didáticos podem se apresentar como alternativas valiosas para melhorar o desempenho dos alunos em conteúdos de difícil visualização, tal como a origem de duplicações e deleções por permuta desigual (VALADARES et al., 2014).

Através do uso de modelos didáticos, os estudantes podem ser estimulados a refletir acerca das estruturas e formas, levando-os a se aprofundar na compreensão tridimensional dos objetos de estudo. A utilização de tais modelos no ensino de genética torna conceitos tido como abstratos em algo mais concreto e significativo para os estudantes, facilitando a apropriação dos conhecimentos pelos discentes (CECCANTINI, 2006). Os benefícios da utilização dos modelos didáticos têm sido amplamente reconhecidos e diversos autores apontam a contribuição dessa metodologia para a facilitação do aprendizado de assuntos

relacionados à Genética (JUSTINA; FERLA, 2006; PEREIRA et al., 2014; MADUREIRA et al., 2016; FONTENELE; CAMPOS, 2017)

Após os alunos compreenderem uma das possíveis origens das deleções e duplicações gênicas sugere-se que o professor solicite aos estudantes que façam pesquisas sobre doenças (principalmente com ocorrência em humanos) e processos evolutivos decorrentes das alterações cromossômica. Os resultados destas investigações poderão ser debatidos em aula com a participação de todos os alunos e do professor. Conforme salientado por alguns autores, para que a aprendizagem se torne realmente significativa é fundamental relacionar os temas estudados com situações do cotidiano dos estudantes (FERRAZ; TERRAZAN, 2002, ARAÚJO; GUSMÃO, 2017).

Finalmente, o modelo proposto neste trabalho apresenta versatilidade, podendo ser também utilizado em outras abordagens em sala de aula, tal como o ensino das diferentes fases da meiose e da mitose. A partir deste modelo é possível, por exemplo, explicar a importância da fase S da interfase, período em que ocorre a duplicação do DNA e no qual cada cromossomo passa a ter sua cromátide irmã. Este é um dos pontos que dificulta a compreensão dos estudantes em relação à divisão celular. Muitos alunos assimilam que depois da fase S ocorre a duplicação dos cromossomos e não das cromátides (JUSTINA, 2001).

Propomos o uso de massa de modelar ou argila em substituição ao biscuit, a fim de tornar a confecção do modelo ainda mais econômica.

CONCLUSÃO

A concretização efetiva do processo de aprendizagem é uma tarefa extremamente complexa e não gera resultados imediatos. Os modelos didáticos podem ser considerados como elementos facilitadores neste processo, sendo ferramentas que os professores podem empregar para superar os obstáculos que se apresentam no difícil caminho da definição de conceitos fundamentais nas diversas áreas do saber e, de modo tão especial, no ensino das Ciências. O modelo apresentado é neste trabalho é uma alternativa para facilitar o ensino-aprendizagem da origem de cromossomos portadores de deleções e duplicações. O modelo também pode auxiliar no aprendizado da meiose, já que possibilita representar os cromossomos antes e após a duplicação do DNA e o processo de permuta entre homólogos, assim como também poderá auxiliar no ensino da mitose. Por utilizar materiais de baixo custo, o professor pode propor que os próprios alunos desenvolvam o modelo, tornando as aulas de genética mais agradáveis e participativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M. F. F.; SOUSA, R. A.; SOUSA, I. C. **Instrumentação para o Ensino de Biologia I**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, ed. 2º. Rio Grande do Norte, 2011.
- ARAÚJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. **As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira**. In: 10º Encontro Internacional de Formação de Professores e 11º Fórum Permanente Internacional de Inovação Educacional, 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.
- CECCANTINI, G. Os tecidos vegetais têm três dimensões. *Revista Brasileira. Bot., USP, Departamento de Botânica, São Paulo*, v. 29, n. 2, p. 335-337, 2006
- 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.
- FONTENELE, M. S.; CAMPOS, F. L. Proposal of a didactic model as a facilitator of the teaching of the DNA structure in a public school in the northern middle region of Piauí, Brazil. **Espacios**, Piauí, v. 38, n. 45, p. 21-31, 2017.
- GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S. R.; CARROLL, S. B.; DOEBLEY, J. **Introdução à genética**. Décima Edição, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2013.
- GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S. R.; Carroll, S.B.; DOEBLEY, J. **Introdução à Genética**. 10º ed., Guanabara Koogan, 2013.
- JUSTINA, L. A. D. **Ensino de genética e história de conceitos relativos à hereditariedade**. 137 fls. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação) UFSC, Florianópolis, 2001.
- JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arq Mudi**, Maringá, p. 35-40, 2006.
- 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.
- KLAUTAU, N.; AURORA, A; DULCE, D.; SILVENE, S.; HELENA, H.; CORREIA, A. Relação entre herança genética, reprodução e meiose: um estudo das concepções de estudantes universitários do Brasil e Portugal. Enseñanza de las Ciencias, Número extra VIII congresso Internacional sobre Investigación em didáctica de las Ciencias, Barcelona, p. 2267-2270, 2009.
- KREUZER, H.; MASSEY, A. **Engenharia genética e biotecnologia**. 2ªed., São Paulo, Artmed, 2002.
- LIMA, C. S. L. et al. **A Importância da Aplicação do material didático com conteúdos de Genética no aprendizado do aluno**. In: IV CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 4., 2017, João Pessoa, PB. Anais eletrônicos... Paraíba: CONEDU, 2017.
- MADUREIRA, H. C. et al. O uso de modelagens representativas como estratégia didática no ensino da biologia molecular: entendendo a transcrição do DNA. **Revista Científica Interdisciplinar**, v. 3, n. 1, p. 17-25, 2016.
- 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.
- 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 Cristóvão, 2011. Anais... Sergipe, 2011.
- PEREIRA, A. J. et al. Modelos didáticos de DNA, RNA, ribossomos e processos moleculares para o ensino de genética do ensino médio. **Revista da SBEnBio**, Niterói, v. 7, p. 564-571, 2014.
- SANTOS, S. **Para geneticistas e educadores:** o conhecimento cotidiano sobre a herança biológica. São Paulo: Annablume, 2005.
- SILVÉRIO, L. E. R; MAESTRELLI, S. R. P. **O conceito molecular clássico de Gene como obstáculo pedagógico no Ensino e Aprendizagem de Genética**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências –ENPEC. ATAS do VIII ENPEC, Campinas, São Paulo, 2011.
- TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. **Desenvolvimento e uso de um modelo didático para facilitar a correlação genótipo-fenótipo**. Revista Electrónica de Investigación en Educación En Ciencias, UFMS, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 13-20, 2013.



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

VIGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2001.