

## CONSTRUÇÃO DE UM MODELO TÁTIL PARA COMPREENSÃO DA ORIGEM DE DUPLICAÇÕES E DELEÇÕES CROMOSSÔMICAS

Maria de Fátima Severina dos Santos<sup>1</sup>;

Júlia Isabelle Freire Peres Quintas<sup>2</sup>;

Felipe Santana de Souza<sup>3</sup>

Ana Cristina Lauer Garcia<sup>4</sup>.

### RESUMO

Os benefícios dos modelos didáticos para o ensino-aprendizagem são reconhecidos em diversas áreas do saber. Em disciplinas em que são ensinados conceitos que envolvem o reconhecimento de estruturas microscópicas e submicroscópicas o uso destes recursos didáticos é especialmente estimulado. Este é o caso da disciplina de genética, considerada uma mais difíceis pelos os estudantes de ensino médio. No caso alunos com deficiência visual a demanda pela utilização de modelos didáticos como estratégia facilitadora do ensino é ainda mais importante, embora poucos modelos didáticos adaptados para atender às necessidades desses estudantes tenham sido desenvolvidos até o momento. O presente trabalho apresenta um modelo didático adaptado ao ensino de genética para estudantes com deficiência visual ou baixa visão. O modelo desenvolvido visa demonstrar a origem de duplicações e deleções cromossômicas geradas por *crossing-over* desigual. O modelo foi construído com peças que representam as formas de cromossomos, as quais podem ser manuseadas e reconhecidas pelos estudantes com dificuldades visuais. Foram utilizadas letras em braile para representar os alelos e proporcionados encaixes para representação da *crossing-over* desigual durante a fase de prófase 1 da meiose. Espera-se que o modelo didático proposto contribua para melhorar a qualidade das aulas de genética e auxiliem os professores no processo de tornar o aprendizado de pessoas com deficiência mais inclusivo.

**Palavras-chave:** Aprendizagem, deficientes visuais, genética, modelo didático.

### INTRODUÇÃO

Os alunos, em geral, possuem uma grande dificuldade em compreender os conteúdos abordados dentro da matéria de Genética (Alves et al., 2016, p. 20). Diante das dificuldades encontradas, apresentar a Genética de forma ilustrativa e representativa pode ser um meio mais eficaz para facilitar a compreensão dos alunos. O livro didático, muitas vezes, é um dos únicos recursos que o professor dispõe para lecionar, dessa maneira, se este não trazer conteúdos claros, acaba dificultando a aprendizagem dos alunos (KOVALESKI; PANSERA-

<sup>1</sup> Graduando pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, [fatima.santos.ufpe@gmail.com](mailto:fatima.santos.ufpe@gmail.com).

<sup>2</sup> Graduando pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, [juliaquintaas@gmail.com](mailto:juliaquintaas@gmail.com).

<sup>3</sup> Graduando pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, [lupesantana61@gmail.com](mailto:lupesantana61@gmail.com)

<sup>4</sup> Professor orientador: doutora, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, [alauergarcia@yahoo.com.br](mailto:alauergarcia@yahoo.com.br).

DE-ARAÚJO, 2013). Dessa forma, métodos inovadores de ensino que envolvam arte, modelos e jogos mostram-se promissores para serem aplicados no ensino de Genética (BRAGA; MATOS, 2013).

Mesmo com a disponibilidade de métodos inovadores e representativos para o ensino da Genética, muitos desses materiais não são adequados para o ensino de alunos deficientes visuais ou com baixa visão. A ausência da modalidade visual exige experiências alternativas de desenvolvimento, para estes estudantes, a fim de cultivar a inteligência e promover capacidades sócio adaptativas (OLIVEIRA et al., 2002). Segundo a Constituição Federal, de 1988, é estabelecido que todos têm direito a educação que vise ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988). Reforçando esta temática surge a Declaração de Salamanca, um dos documentos de referência mais importantes para a área da Educação Especial, escrita em 1994, a qual enfatiza que toda criança tem direito fundamental à educação, objetivando atingir e manter o nível apropriado de aprendizagem, respeitando-se sempre suas características, interesses, habilidades e necessidade de aprendizagem, que são únicas e exclusivas de cada pessoa (DECLARAÇÃO DE SALAMANCA, 1994).

Aprender, de forma significativa, os conteúdos de genética exigem 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 vastamente aceitos como ferramentas alternativas para o processo de ensino-aprendizagem, instigando o interesse dos educandos, promovendo 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, por lidar com conceitos microscópicos e submicroscópicos, tem sido enfatizada a importância da utilização dos modelos didáticos como ferramentas metodológicas facilitadoras para a compreensão e a contextualização dos temas estudados (TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2013; KLAUBERG, 2015; LIMA et al., 2017).

Segundo Yoshikawa (2010), o ensino de ciências muitas vezes exige o sentido da visão, colocando os educandos em variadas ocasiões em que o “aprender” está sujeito ao

“ver”. Por isso, o ensino de Ciências encontra-se estruturado de modo a atender mais efetivamente aos educandos com visão física normal. Assim, os recursos didáticos e tecnologias assistivas assumem essencial importância na educação de alunos com deficiência visual (SILVA e FRIEDERICHS, 2014). Materiais concretos que possibilitem aos alunos com baixa visão ou cegos representar mentalmente o que lhes é oferecido para tatear são imprescindíveis para que obtenham o máximo de informações e compreensão acerca dos conteúdos que são lecionados em sala de aula (CARDINALI e FERREIRA, 2010).

Segundo o Instituto Benjamin Constant (IBC, 2009), portador de deficiência é a pessoa que tem, em caráter inalterável, perdas ou reduções de sua estrutura, ou função anatômica, fisiológica, psicológica ou mental, provocando incapacidade para certas atividades, dentro do padrão considerado normal para o ser humano. A deficiência visual é definida como uma limitação no campo da visão e inclui desde a cegueira total até a visão subnormal ou baixa visão (LÁZARO, 2009). O uso de recursos didáticos é fundamental na apropriação de conceitos, sendo que ao se tratar de alunos com deficiência visual, estes recursos precisam estar adaptados às suas necessidades perceptuais. Desta forma, o professor, com o uso de recursos específicos, precisa desenvolver estratégias pedagógicas para favorecer o desenvolvimento de estudantes com deficiência visual, de forma que, assim como os alunos com visão normal, os deficientes visuais possam obter sucesso escolar, sendo este um dos grandes desafios da educação inclusiva (VAZ et al., 2013).

Entre os assuntos abordados no ensino da genética estão as alterações cromossômicas estruturais, as quais são 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 estas alterações cromossômicas estruturais se originam pelo *crossing-over* desigual entre cromossomos homólogos durante a prófase 1 da meiose. Tal evento resulta em gametas com desequilíbrios gênicos, seja pelo excesso (duplicações) ou pela falta de informações genéticas (deleções). Deste modo, no caso do *crossing-over* desigual acontece um pareamento errôneo 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).

Dada a grande importância da disciplina de genética no ensino médio ainda há poucos trabalhos buscando alternativas para que seus conteúdos possam ser melhor assimilados por estudantes com deficiência visual (TEIXEIRA e NETO, 2011). Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi elaborar um modelo tátil que possa ser utilizado como ferramenta de ensino para estudantes cegos facilitando a compreensão da origem das alterações cromossômicas estruturais do tipo deleções e duplicações. 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, isopor, tintas de tecido, imãs, arames e letras em papel adesivo e letras impressas em Braille para representar os genes alelos. Primeiro, em um isopor espesso, foram desenhados a lápis grafite dois pares de cromossomos homólogos (célula  $2n=2$ ). Posteriormente, com o auxílio de um estilete, cada cromátide dos cromossomos foi cortada e recoberta por biscuit tingido com tintas guaches de cores diferentes. O biscuit foi utilizado para deixar a estrutura mais firme e resistente.

Cada homólogo foi colorido com cores distintas. Para um dos pares foi escolhido à cor azul, para o outro par foi escolhido a tonalidade rosa. Em cada homólogo foi realizado um corte no segmento de uma das cromátides irmãs, de modo a permitir a representação do *crossing over*.

Após esperar em torno de um dia para assegurar a secagem, foram realizados pequenos orifícios na região lateral dos cromossomos para que, com o auxílio de biscuit, fossem fixados imãs nestas aberturas. Deste modo, foi possível unir as cromátides irmãs do par de homólogos, com a versatilidade de representá-las antes da fase S da interfase (com apenas uma cromátide) e depois desta fase (com as duas cromátides irmãs). Com os homólogos já com duas cromátides é possível simular para os alunos o emparelhamento destes cromossomos e as consequências do *crossing-over* desigual entre eles na geração dos gametas formados.

Nas porções dos cromossomos que foram cortadas para a representação do *crossing over* foram realizadas raspagens no interior do isopor, formando buracos onde foi implantado

em um dos pedaços do cromossomo um parafuso e no outro pedaço do cromossomo uma porca, permitindo o encaixe. A adesão dos parafusos e das porcas ao cromossomo foi realizada com biscoito branco.

Por fim, foram impressas em papel adesivo letras maiúsculas e minúsculas em formato de braille e convencional, representando os genes e suas formas alélicas nos cromossomos. De um lado do cromossomo foram aderidas as letras em braille e do outro lado letras convencionais, a fim de estender o uso do modelo para pessoas que não apresentam deficiência visual. Para melhor representação do *crossing over* em cada par de homólogos um dos cromossomos foi representado com letras maiúsculas e o outro com letras minúsculas. Para garantir maior durabilidade o modelo foi recoberto com verniz de artesanato.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo produzido está apresentado na Figura 1. Este modelo foi desenvolvido visando servir como material de apoio para ajudar alunos deficientes visuais no aprendizado da área da genética, especialmente em relação ao processo da origem de duplicações e deleções a partir de *crossing-over* desigual dos cromossomos homólogos. O uso do modelo proposto por estudantes com dificuldades visuais permite que os mesmos manuseiem os cromossomos homólogos e entendam o resultado do *crossing-over* e as consequências deste evento quando o mesmo não ocorre de maneira precisa.

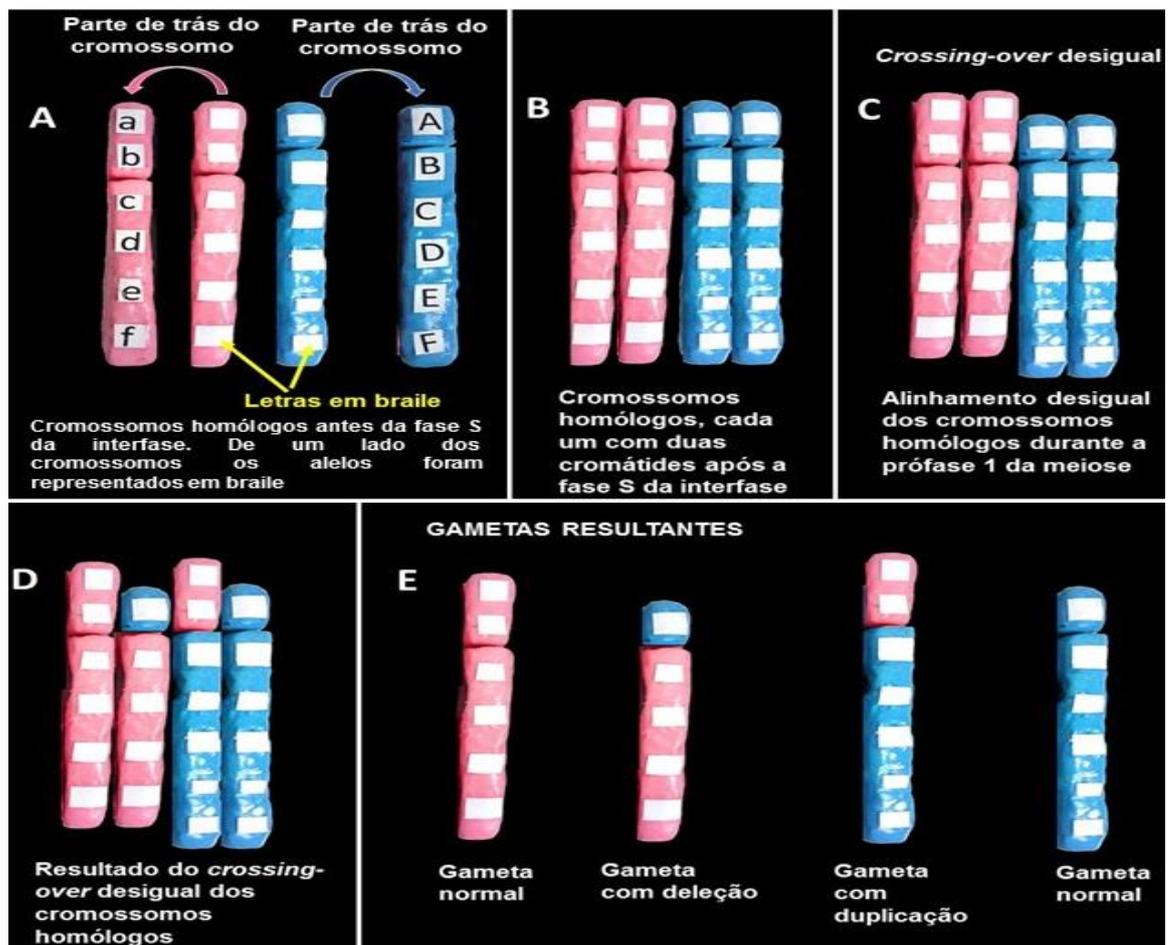
Muitas investigações revelam que os estudantes não apresentam conhecimentos básicos de genética, como a relação genes-cromossomos-DNA e a capacidade de relacionar os processos de divisão celular com a hereditariedade (SANTOS, 2005; TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2013). Frente a estas dificuldades, os modelos 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 *crossing-over* 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 destes recursos para a facilitação do aprendizado de assuntos

relacionados à área da 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 passe um áudio-livro aos estudantes sobre doenças (principalmente com ocorrência em humanos) e processos evolutivos decorrentes das alterações cromossômicas. 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). A utilização áudio-livro facilita o acesso dos alunos com deficiência visual às obras literárias, ampliando a visão de mundo do leitor-ouvinte que refletirá criticamente sobre os temas abordados (PALLETA et al. 2008).

Finalmente, cabe ressaltar que o modelo didático aqui proposto também poderá ser utilizado no ensino de outros assuntos da área da genética, tal como comportamento dos cromossomos durante as diferentes fases da meiose e da mitose.



**Figura 1.** Representação dos cromossomos homólogos antes (A) e depois da fase S da interfase (B) e seu alinhamento desigual durante a prófase I da meiose (C). Em D e E estão representados, respectivamente o resultado do crossing-over desigual e os gametas gerados. As imagens foram geradas a partir do modelo didático proposto no presente estudo.

## CONCLUSÃO

O ensino voltado a deficientes visuais ainda possui muitas barreiras a serem transpostas, muitos direitos a serem efetivados e muitos preconceitos a serem abandonados. O modelo tátil aqui proposto visa contribuir para melhorar o processo ensino-aprendizagem das aulas de genética, trazendo significação de seus conteúdos para estudantes com deficiência visual.

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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, V.H.T. O portal do professor como suporte para as estratégias metodológicas no Ensino de Genética. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências e Matemática – ENCIMA): Universidade Federal do Ceará, 2016. p. 20-22.
- 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.
- BRAGA, R. Experiências em ensino de ciências. Kronus: Refletindo sobre construção de um jogo com viés investigativo. Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em 11 de Abril de 2019.
- CANAL, R. R.; BASTOS, F. A Abordagem de Temas Contemporâneos no Ensino de Biologia: análise de uma experiência. Encontro Regional de Ensino de Biologia (1:2001: Niterói) Niterói 2001. 504p.

CARDINALI, S. M. M. e A.C. FERREIRA (2010). A aprendizagem da célula pelos estudantes cegos utilizando modelos tridimensionais: um desafio ético. Revista Benjamin Constant, 1, 46.

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

DECLARAÇÃO DE SALAMANCA: Sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais, 1994. Salamanca-Espanha. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>. Acesso em 11 de Abril de 2019.

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.

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT. Conceitos de deficiência. Disponível em: <http://www.ibt.gov.br/?catid=83&blogid=1&itemid=396>. Acesso em: 11 de Abril de 2019.

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.

KOVALESKI, A. B., DE ARAÚJO, M. C. P. A história da ciência e bioética no Ensino de Genética. Revista Genética na Escola, 2013.

LÁZARO, R. C. G. Deficiência visual. Disponível em: <http://www.ibc.gov.br/?itemid=93#more>>. Acesso em: 11 de Abril de 2019.

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.

MASINI E. F. S. A educação do portador de deficiência visual: as perspectivas do vidente e do não vidente. *Em Aberto*, Brasília, v.13, n.60, p.61-76, out-dez, 1993.

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.

MOREIRA, M. C. A.; SILVA, E. P. Concepções Prévias: uma revisão de alguns resultados sobre Genética e Evolução. Encontro Regional de Ensino de Biologia (1: 2001: Niterói) Niterói, 2001. 504p.

PALETTA, Fátima Aparecida Colombo; WATANABE, Edna Tiemi Yokoti; PENILHA, Débora Ferrazoli. Audiolivro: inovações tecnológicas, tendências e divulgação. **Anais..** São Paulo: CRUESP, 2008.

OLIVEIRA, F. I. W., BIZ, V. A., FREIRE, M 6453. Processo de inclusão de deficientes visuais na rede regular de ensino: Confecção e utilização de recursos didáticos adaptados. Núcleo de Ensino/ PROGRAD, 2002.

PALETTA, F. A. C.; WATANABE, E. T. Y.; PENILHA, D. F. AUDIOLIVRO: inovações tecnológicas, tendências e divulgação. CRUSP. São Paulo s.d.

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.

SILVA, T., & FRIEDERICHS, M. (2014). A utilização de recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de ciências de alunos com deficiência visual. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, São Cristóvão, 13(1), 32-47.

TEIXEIRA, P. M. M.; NETO, J. M. Pós-graduação e pesquisa em ensino de biologia no Brasil: um estudo com base em dissertações e teses. *Ciência e Educação*, v. 17, n. 3, p. 559-578, 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.

VAZ, J. M. C., DE SOUZA PAULINO, A. L., BAZON, F. V. M., KIILL, K. B., ORLANDO, T. C., DOS REIS, M. X., & MELLO, C. (2013). Material didático para ensino de biologia: possibilidades de inclusão. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(3), 81-104.

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

WOOD-ROBINSON, C., LEWIS, J. e LEACH, J. Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *Journal of Biological Education*, v. 35, n. 1, 2000, pp. 29-36.

YOSHIKAWA, R. C. dos S. (2010). Possibilidades de aprendizagem na elaboração de materiais didáticos de Biologia com educandos deficientes visuais. São Paulo/SP. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências).