



GENÉTICA INCLUSIVA: MODELOS DIDÁTICOS PARA ESTUDANTES COM BAIXA VISÃO SOB A PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Carlos Augusto Tenório Cândido¹

RESUMO

O ensino de Genética enfrenta muitos desafios devido à complexidade dos conceitos, fragilidades na formação docente e limitações de recursos didáticos nas escolas. Esses desafios se tornam ainda mais evidentes quando se trata do ensino para estudantes com baixa visão. Essa deficiência visual é caracterizada pela perda ou redução significativa da capacidade de perceber informações do ambiente, dificultando a compreensão de conteúdos apresentados predominantemente em formatos visuais. Diante disso, torna-se essencial adotar recursos como modelos didáticos, que representam estruturas tridimensionais e promovem maior acessibilidade. Além de facilitar o entendimento, esses modelos tornam o processo de aprendizagem mais inclusivo. A Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, destaca a importância de relacionar novos conteúdos aos conhecimentos prévios dos estudantes. Modelos didáticos baseados nessa teoria podem contribuir para um aprendizado mais eficaz, especialmente para alunos com deficiência visual. No entanto, sua eficácia depende da adaptação às necessidades específicas dos estudantes, priorizando elementos como cores contrastantes, texturas e tamanhos adequados. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar publicações dos últimos cinco anos que abordam o uso de modelos didáticos no ensino de Genética para estudantes com baixa visão, sob a ótica da Teoria da Aprendizagem Significativa. Trata-se de um estudo qualitativo e bibliográfico. Apesar de uma busca inicial abrangente, apenas três estudos relevantes foram identificados, evidenciando a escassez de publicações específicas no tema. Os trabalhos analisados utilizaram materiais simples, como massa de modelar e isopor, para confeccionar modelos de estruturas genéticas e celulares. Esses recursos foram apresentados de forma ordenada, respeitando os princípios da aprendizagem significativa. Os resultados indicam que, embora os modelos didáticos sejam ferramentas valiosas, eles não garantem, por si só, uma aprendizagem significativa. É fundamental mapear o conhecimento prévio dos estudantes e planejar sequências didáticas que conectem conceitos simples aos mais complexos. Além disso, os modelos devem ser acessíveis, priorizando elementos visuais e táteis, como contrastes, texturas e tamanhos adequados às limitações visuais. Assim, os modelos didáticos adaptados são essenciais para tornar o ensino de Genética mais inclusivo e efetivo. Contudo, seu uso deve ser aliado a práticas pedagógicas bem planejadas, promovendo não apenas a memorização, mas também a construção de um conhecimento significativo e acessível.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, Genética, Baixa Visão, Deficiência Visual.

INTRODUÇÃO

¹ Mestrando em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba.



No vasto campo do ensino de Ciências existem muitas dificuldades referentes ao ensino aprendizagem que frequentemente são evidenciadas no ensino de Genética. Além da complexidade de conceitos, existem também algumas problemáticas como a falta de estrutura escolar, livros didáticos com abordagens errôneas e construções de conceitos fragilizados por parte dos estudantes (Lopes, 2023). Essas dificuldades se tornam ainda mais intensas quando refletimos sobre o ensino de genética para estudantes com baixa visão, visto que, grande parte dos conceitos ensinados nas aulas sobre genética possuem descritivos visuais e os livros didáticos de modo frequente não trazem imagens em tamanho e nitidez adaptadas para esses estudantes.

A baixa visão é uma deficiência visual que corresponde a uma perda e redução visual de informações que o indivíduo recebe do ambiente, restringindo a grande quantidade de dados que este oferece e que são importantes para a construção do conhecimento sobre o mundo exterior, em outras palavras, o indivíduo pode ter um conhecimento restrito do que o rodeia (Sá; Campos; Silva, 2007). Essas restrições ocasionam alguns obstáculos no cotidiano da pessoa com deficiência, principalmente no âmbito escolar.

Diante disso, se faz cada vez mais necessário complementar as aulas com recursos práticos e visuais, pois eles tornam mais claros os entendimentos dos conteúdos que seriam abstratos para os estudantes. Um exemplo de recurso é o modelo didático que auxilia na visualização de estruturas, transformando-se em uma cópia de um objeto real (Júnior, *et al.* 2023). A adoção desses recursos se torna ainda mais essencial para estudantes com necessidades educacionais especiais, visto que, a escassez de materiais adaptados é frequente.

Assim, modelos didáticos que incentivem o protagonismo desses estudantes são indicados para o sucesso da inclusão educacional (Soares *et al.* 2015), isso cria oportunidades de maior aprendizagem. No entanto, apenas a utilização de modelo didático no ensino de genética não é suficiente para garantir uma aprendizagem consolidada, pois grande parcela dos estudantes apresenta fragilidade em sua base teórica.

No domínio das teorias do ensino, o psicólogo educacional David Ausubel semeou uma nova concepção conhecida como aprendizagem significativa. Essa teoria é fundamentada na



compreensão de como o ser humano cria significados ao se deparar com um novo corpo de informações (Tavares, 2008). Dessa forma, o conhecimento prévio é importante para a aquisição de novos conhecimentos.

Ausubel (1968) apresenta a aprendizagem significativa sendo um processo não apenas focado simplesmente em memorizações e impressões básicas, dessa forma, a inserção de modelos didáticos apoiada na teoria da aprendizagem significativa pode ocasionar a construção de saberes aprofundados.

Deste modo, esta pesquisa busca avaliar publicações recentes envolvendo modelos didáticos sobre genética aplicados para alunos com baixa visão sob a ótica da teoria da aprendizagem significativa do psicólogo educacional David Ausubel.

REFERENCIAL TEÓRICO

Ensino de Genética e modelos didáticos adaptados

O ensino de genética tem se mostrado uma tarefa desafiadora, por se tratar de uma área complexa, possui muitos conceitos causando inseguranças a alguns professores e impactando os estudantes, somado a isso, se ela for apresentada de modo enfadonho, pode ter o risco de ocasionar desinteresse dos estudantes e dificultar o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa (Lopes, 2023). Dessa forma, frequentemente o cenário que se constrói é o de aulas monótonas, com aprendizagens mecânicas, com pouca participação e distanciamento da realidade dos estudantes.

Uma constante encontrada nas escolas brasileiras é a atuação de professores sem formação específica em determinada disciplina, o que acontece principalmente no ensino Fundamental II, muitas vezes elencados a tal função por questões de política partidária, o que tende a gerar problemas de aprendizagem, uma vez que termos relacionados à genética e também a física e química, componentes que são trabalhados dentro da ciência da natureza no nono ano, são de difícil assimilação e requerem profissional capacitado. Logo, o professor que pouco conhece a disciplina se valerá somente do livro, o que acaba o transformando em “metodologia de ensino” e não no que de fato é, um recurso (Lopes, 2023, p. 5)

Uma possibilidade para tornar esse ensino mais interessante é por meio da adoção de



outros recursos didáticos. A utilização de modelos didáticos é amplamente utilizada pelos professores de Ciências e Biologia e que o uso desses modelos, sendo confeccionados com base em massa de modelar ou outros produtos, facilitam a compreensão de conteúdo por parte dos estudantes (Krasilchik, 2019).

Quando aplicados a estudantes com deficiência visual, especificamente com baixa visão, é necessário que haja uma pesquisa prévia de quais modelos são ideais para esses estudantes. Sá; Campos e Silva (2007) aponta que a utilização de modelos deve seguir um rigor na escolha e serem demonstrados com explicações didáticas, os recursos não podem ser grandes ou pequenos, pois os estudantes com deficiência visual devem perceber os detalhes contidos e modelos muito grande devem ser reduzidos para que sejam observados em totalidade.

Baixa visão

Os estudantes com necessidades educativas especiais têm enfrentado uma história de muita luta na educação para garantir os seus espaços, nos últimos anos, vários aparatos legais vêm garantindo esse direito e ampliando melhorias para que a educação inclusiva seja de fato cumprida, podemos destacar na legislação, a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (PNEEPI) que aponta:

A educação especial é uma modalidade de ensino que perpassa todos os níveis, etapas e modalidades, realiza o atendimento educacional especializado, disponibiliza os serviços e recursos próprios desse atendimento e orienta os alunos e seus professores quanto a sua utilização nas turmas comuns do ensino regular (PNEEPI, 2008, p. 16).

O decreto nº 5.296, no seu art. 5, parágrafo I, inciso I, alínea C, caracteriza a pessoa com “baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica” (Brasil, 2004, p. 2). Os estudantes com baixa visão podem apresentar algumas dificuldades na aprendizagem, pois:

A aprendizagem visual depende não apenas do olho, mas também da capacidade do cérebro de realizar as suas funções, de capturar, codificar, selecionar e organizar imagens fotografadas pelos olhos. Essas imagens são associadas com outras mensagens sensoriais e armazenadas na memória para serem lembradas mais tarde (Sá; Campos e Silva, 2007, p. 17).



Assim, no âmbito educacional, esses estudantes enfrentam alguns obstáculos, pois o ensino, de modo geral, é pautado principalmente em elementos visuais, sendo assim, fatores limitantes na educação dos estudantes com baixa visão.

Teoria da aprendizagem significativa

Muitos cientistas do campo educacional, como psicólogos e educadores vêm ao longo dos anos contribuindo por meio de teorias da aprendizagem explicar como ocorre o aprendizado das ciências, por meio de observações, experiências e relatos, com o objetivo de prever certos comportamentos discentes e orientar atividades docentes (Krasilchik, 2019). Uma das teorias mais famosas do campo da psicologia educacional é a Teoria da Aprendizagem Significativa. Esse campo da psicologia possui o valor social que além das leis gerais da aprendizagem, tem enfoque principalmente nas propriedades da aprendizagem e nas relações que possam gerar alterações na estrutura cognitiva (Ausubel, 1968). Nessa vertente, a aprendizagem ocorre com ênfase mediante aos processos psíquicos.

Essa teoria da psicologia educacional foi criada pelo psicólogo educacional David Ausubel que faz parte da linha cognitivista. Moreira (2011, p. 13) apresenta que “aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”. Assim, o processo não é baseado apenas em memorizações e assimilações simplistas, mas em processos mais complexos e efetivos.

De modo mais detalhado, essa teoria apresenta que isso ocorrerá quando uma nova informação apresentada ao estudante for relacionada com outro aspecto relevante da estrutura de conhecimento dele, dessa forma, a nova informação apresentada irá interagir com uma estrutura de conhecimento específica (subsunção), deste modo, a aprendizagem significativa irá ocorrer quando a nova informação se ancora em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende (Masini; Moreira, 1982). Ausubel (2003) apresenta que o material de aprendizagem deve estar ordenado de forma plausível e não aleatória e com significado lógico e que a estrutura cognitiva do aprendiz contenha ideias ancoradas e relevantes para que assim seja possível que ele as relacione com o novo material apresentado e assim, de fato, haja



aprendizagem.

METODOLOGIA

Esse estudo é caracterizado como qualitativo, pois de acordo com Minayo e Deslandes (2007) esse tipo de pesquisa trata-se de um processo que demanda algumas atitudes como abertura, flexibilidade, capacidade de observar e interagir com o campo da investigação. É caracterizada como bibliográfica, pois é desenvolvida baseada em materiais já elaborados, como artigos científicos e permite ao pesquisador investigar um fenômeno de forma mais ampla do que em uma pesquisa isolada (Gil, 2016). Nessa pesquisa, utilizamos artigos acadêmicos.

Como fonte de dados utilizamos o Scientific Electronic Library Online (SciELO), Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Revista Educação Especial e os termos-chave: “ensino de genética”; “modelos didáticos” e “baixa visão”. Adotamos o filtro de publicações dos últimos 5 anos e idioma português. Foram encontrados 0 resultados nas bases Scielo e CAPES, 302 resultados na Revista Educação Especial e no Google Acadêmico 25 resultados.

Como critério de exclusão, desconsideramos revisões bibliográficas, livros, estudos que não deixavam claro o tipo de deficiência (baixa visão ou cegueira), estudos referentes a outras disciplinas. Como critério de seleção, adotamos primeiramente a leitura dos títulos dos artigos, adotando apenas o que remetesse aos termos chave, após isso, foi realizada a leitura flutuante dos resumos, leitura do texto na íntegra e assim quantificamos três estudos.

Também utilizamos a plataforma online *Mentimeter* na construção de uma “Nuvem de palavras” a partir das principais palavras utilizadas referentes aos elementos adaptativos considerados na construção dos modelos didáticos citados pelos autores.

Quadro 1 – Títulos dos trabalhos, modelos didáticos e materiais utilizados para confecção.

Título do trabalho	Modelo Didático	Materiais
--------------------	-----------------	-----------



<p>Ensino de biologia celular por meio de modelos concretos: um estudo de caso no contexto da deficiência visual</p>	<p>Célula eucariótica animal, vegetal e procaríótica</p> <p>Vírus</p>	<p>Massa de modelar, bola de isopor, EVA e cola quente.</p> <p>Massa de modelar, isopor e cola quente</p>
<p>Confecção e validação de modelos didáticos aplicados ao ensino dos tipos de cromossomos e da divisão celular para alunos com deficiência visual</p>	<p>Tipos de cromossomos (conforme posição dos centrômeros)</p> <p>Cromossomos (durante a divisão celular)</p>	<p>Massa de biscuit, isopor, piloto, estilete, cola branca e verniz de artesanato</p> <p>Folha A4, isopor, cola branca, estilete, massa de biscuit, tinta de tecido, imãs, parafuso, porca, miçangas e verniz de artesanato</p>
<p>Recurso Didático Como Facilitador No Ensino De Genética: Uma Perspectiva No Campo Da Inclusão Educacional</p>	<p>Fenótipo das ervilhas de Mendel, célula gustativa e seus receptores</p>	<p>Esfera de isopor, biscuit, miçangas, estilete, tesoura, cola para EVA/isopor e tinta de cores variadas</p>

Fonte: Dados da pesquisa.

O primeiro estudo intitulado “Confecção e validação de modelos didáticos aplicados ao ensino dos tipos de cromossomos e da divisão celular para alunos com deficiência visual” trata-se de um Trabalho de Conclusão de Curso envolvendo a confecção de cromossomo acrocêntrico, cromossomo telocêntrico, cromossomo submetacêntrico, cromossomo metacêntrico, pares de cromossomos homólogos e desenvolvimento dos cromossomos na durante e após a fase S da interfase, crossing over durante prófase I, fim da meiose I e meiose II.

Apesar de não explicitar o uso da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, é possível identificar alguns elementos da teoria no estudo, principalmente a partir do percurso de apresentação dos modelos aos estudantes, foi apresentado de forma não arbitrária, seguindo uma lógica ordenada de conteúdos, partindo dos conceitos mais simples para os de maior complexidade, garantindo melhor assimilação e aquisição dos conteúdos, pois “o desenvolvimento de conceitos procede-se da melhor forma quando os elementos mais gerais e inclusivos de um conceito são introduzidos em primeiro lugar e, então, este é progressivamente diferenciado, em termos de detalhe e especificidade” (Masini; Moreira, 1982, p. 24).



O segundo estudo intitulado “Recurso Didático Como Facilitador No Ensino De Genética: Uma Perspectiva No Campo Da Inclusão Educacional” também se trata de um Trabalho de Conclusão de Curso que se pautou na confecção de modelos didáticos de representação do fenótipo das ervilhas de Mendel e representação de uma célula gustativa com receptores de produtos de genes. Esses modelos foram confeccionados valorizando alguns elementos adaptados para alunos com deficiência visual que estão mencionados na Figura 1.

O trabalho apesar de não citar a teoria de Ausubel traz considerações sobre a promoção da aprendizagem significativa no ensino de genética. A autora comenta que esse tipo de aprendizagem vai contra a aquisição abstrata e sem significados, pois na significativa as informações são realmente compreendidas e significadas pelos estudantes e conclui que os modelos didáticos podem gerar uma aprendizagem de maior significado para eles.

Existem algumas condições para que a aprendizagem significativa ocorra. A primeira é que o material a ser aprendido tenha estruturação lógica e possa ser relacionado com a estrutura cognitiva do estudante, de maneira não arbitrária e não literal, sendo assim considerado potencialmente significativo. A segunda condição para a ocorrência da aprendizagem significativa é a apresentação de uma disposição para aprender significativamente por parte do estudante, para tanto ele não pode ter a intenção de memorizar ou de decorar o material. Quando uma das duas condições não for satisfeita, ocorrerá, segundo Ausubel, uma aprendizagem mecânica (Darroz, 2018, p. 578).

O terceiro estudo “Ensino de biologia celular por meio de modelos concretos: um estudo de caso no contexto da deficiência visual” trata-se de um artigo da Revista Electrónica De Investigación En Educación En Ciencias. Apesar do título remeter à biologia celular de modo geral, ao realizarmos a leitura do resumo e do texto na íntegra observamos elementos da genética.

Foram confeccionados um modelo de célula procariótica e eucariótica com material genético e um modelo de vírus com material genético e capsídeo, a principal adaptação citada na confecção dos modelos para os estudantes com baixa visão foi o tamanho do modelo. Os autores apontaram a importância da representação de modelos no ensino de biologia celular, em concordância com Krasilchik (2019) que comenta que os estudantes têm dificuldade de imaginar as figuras de células visualizadas no papel serem traduzidas em estruturas

tridimensionais, por isso, modelos são importantes recursos para estimular isso.

Mesmo se tratando de um estudo baseado na teoria de Vygotsky, podemos também observar algumas nuances da aprendizagem significativa, pois percebemos nos procedimentos metodológicos a utilização de sequências didáticas e mapeamento do conhecimento prévio dos estudantes para aplicação dos modelos. Esses processos são importantes, pois a aprendizagem segundo Zompero e Luburú (2010) depende de vários fatores, entre eles os conhecimentos prévios dos estudantes, assim como, recursos educativos.

A fim de apresentar e compreendermos os principais elementos adaptativos utilizados no design dos modelos didáticos construímos uma nuvem de palavras com os principais termos citados pelos autores, de acordo com a figura 1.

Figura 1 – Nuvem de palavras com as palavras descritivas dos elementos adaptativos nos modelos didáticos.



Fonte: Dados da pesquisa

Os principais termos mencionados foram cores contrastantes e cores no geral, outros elementos como tamanho, textura, acessibilidade e elementos táteis também foram citados. Esses resultados reforçam a importância de elementos visuais no design dos modelos didáticos para estudantes com baixa visão. "A estimulação visual baseia-se na escolha adequada do material, que deve ter cores fortes ou contrastes que melhor se adaptem à limitação visual de cada aluno e significado tátil" Sá; Campos; Silva (2007, p. 27). Portanto, a ideia que



frequentemente é promovida de que os estudantes com deficiência visual não necessitam de estímulos visuais é incorreta, pois recursos como cores fortes e contrastantes, por exemplo, podem valorizar a acuidade visual de estudantes com baixa visão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura aponta diversos desafios no ensino da genética, isso tem tornado cada vez mais necessária a adoção de recursos didáticos adicionais para tornar os estudantes mais ativos e que os conteúdos sejam de fato assimilados significativamente e não mecanicamente.

Quando observamos essa realidade inserindo estudantes com baixa visão a necessidade de inclusão de modelos didáticos se torna ainda mais pertinente, visto que, a deficiência visual acarreta dificuldades na visualização de estruturas e imagens e esses recursos adaptativos atendem essas questões.

Esses recursos devem ser adaptados priorizando alguns elementos a fim de garantir a melhor utilização pelos estudantes como cores, contrastes, tamanho, texturas e elementos táteis.

Entretanto, apenas os modelos didáticos não são suficientes para garantir uma aprendizagem significativa, é necessário o mapeamento do conhecimento prévio e construir aulas e modelos bem sequenciados para que a assimilação dos conteúdos de fato ocorra.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology**: a cognitive view. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BRASIL. **DECRETO Nº 5.296 DE 2 DE DEZEMBRO DE 2004**. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida,



e dá outras providências. Brasília, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política nacional da educação especial na perspectiva da educação inclusiva.** Brasília: MEC, 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeduc ESPECIAL.pdf>

DARROZ, L. M. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. **Revista Espaço Pedagógico**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 576-580, 2018. DOI: 10.5335/rep.v25i2.8180. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/8180>.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2004.

JÚNIOR, C. G; CUNHA, F. I. J; DINARDI, A. J; Teodoro, P. V. MODELOS E MODELAGENS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: PROPOSTA E RESULTADOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais.** ISSN 2238-3565 v.12, n. 1, p. 01 – 18, janeiro/junho, 2023.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia.** 4ª edição. São Paulo: Edusp, 2019.

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. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/39422>. Acesso em: 9 jul. 2024.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A; MASINI, E.S. **Aprendizagem Significativa: a Teoria de David Ausubel.** São Paulo: Editora Moraes, 1982.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis: Vozes, 2001.

SÁ, E. D. de; CAMPOS, I. M. de; SILVA, M. B. C. **Atendimento Educacional Especializado – Deficiência Visual.** Brasília: SEESP/SEED/MEC, 2007.



SOARES, K. D. de A.; CASTRO, H. C.; DELOU, C. M. C. Astronomia para deficientes visuais: Inovando em materiais didáticos acessíveis. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 14, n. 3, p. 377-391, 2015.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciênc. cogn.**, Rio de Janeiro , v. 13, n. 1, p. 94-100, mar. 2008 . Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212008000100010&lng=pt&nrm=iso>.

ZOMPERO, A. DE F.; LABURÚ, C. E.. AS RELAÇÕES ENTRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E REPRESENTAÇÕES MULTIMODAIS. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 12, n. 3, p. 31-40, set. 2010