

O ENSINO DA PRIMEIRA LEI DE MENDEL: UMA PROPOSTA MULTISSENSORIAL PARA INCLUSÃO DE ESTUDANTES COM BAIXA VISÃO

Bruno Rafael Santos de Cerqueira
Doutorando da Universidade de São Paulo
cerqueirabrs@gmail.com

Aline Minali Nakamura
Doutoranda do Instituto de Física de São Carlos, USP, campus São Carlos
alinemnk@gmail.com

Iderval da Silva Jr. Sobrinho
Professor Adjunto da Unidade Acadêmica Especial de Ciências Biológicas, UFG, Regional Jataí – GO
iderval_jr@yahoo.com

Andréa Cristina Peripato
Professora Adjunta do Departamento de Genética e Evolução - Universidade Federal de São Carlos
peripato@ufscar.br

RESUMO: A pesquisa teve como objetivo compreender os entendimentos que uma aluna com baixa visão desenvolveu a partir da interação com um material elaborado para o ensino da primeira lei de Mendel baseado na didática multissensorial. Reforçamos que é possível traçar estratégias para a inclusão de deficientes visuais em turmas regulares por meio de didáticas multissensoriais. Foi possível perceber, também, que as interações verbais ocorridas nas etapas de familiarização, resolução de exercício mediada pelo professor e resolução de exercícios sem a mediação potencializaram a aprendizagem do tema.

PALAVRAS-CHAVE: Didática multissensorial, Inclusão, Ensino de Genética.

OBJETIVOS: Avaliar as elaborações conversacionais desenvolvidas por uma aluna com baixa visão ao manipular um material tátil multissensorial que aborda a primeira lei de Mendel. Buscamos identificar quais as interpretações e significados são atribuídos ao material, além das características que o mesmo possui e que são importantes para o entendimento dos conceitos envolvidos com o tema.

MARCO TEÓRICO

Desde o fortalecimento da idéia de educação inclusiva no final do século XX, o conceito de inclusão na educação passou da abordagem em que eram pensadas turmas exclusivas para os alunos com algum tipo de necessidade especial, para uma abordagem em que as atividades educacionais pudessem ser aplicadas a diversos perfis (Benite *et al.*, 2008). Nesse sentido, um dos desafios do ensino inclusivo é o desenvolvimento de material didático que permita a integração entre alunos com e sem Necessidades

Educacionais Especiais (NEE), de forma que ambos os perfis de alunos possam aprender conjuntamente. Isso é particularmente desafiante para assuntos em que normalmente os alunos têm mais dificuldade, como é o caso dos temas em Genética. (Bahar *et al.*, 1999; Longden, 1982).

Cid & Neto (2005) relatam a dificuldade dos alunos na aprendizagem de assuntos ligados à Genética, frequentemente devido à linguagem utilizada nos textos e aos problemas matemáticos envolvidos nos exercícios. Haambokoma (2007) acrescenta que, por envolver conceitos que se referem ao que é invisível e intocável, a Genética cria desafios que precisam ser enfrentados para uma aprendizagem significativa do tema. Knipples *et al.* (2005) apontam que as leis de Mendel, muitas vezes demonstrada com o uso didático do quadro de *Punnet*, estão entre as idéias menos compreendidas pelos estudantes. Eles podem apresentar dificuldades na compreensão dos eventos representados pelo quadro de *Punnet*: a produção e união de gametas em um cruzamento (Knippels, 2002).

Dessa forma, buscamos a elaboração de um recurso didático voltado para o ensino de Genética, baseado em metodologia igualmente válida para alunos com e sem NEE e que pudesse favorecer a captação de informações para além da visão. Para tanto, optamos por elementos táteis e de cores contrastantes que são a base da didática multissensorial. Essa abordagem permite benefícios “tanto quantitativos (como o aumento de pessoas com possibilidades reais de perceber informações científicas) quanto qualitativos (através do aumento da quantidade de informações recebidas)” (Anjos & Camargo 2011, p. 193). Essa metodologia possibilita a formação de conceitos mais complexos, como é o caso dos assuntos tratados em Genética.

Os elementos baseados na didática multissensorial podem aguçar os diferentes sentidos humanos e assim propiciar uma maior oportunidade de assimilação dos conceitos. Ao desenvolver um ensino com enfoque didático do tipo multissensorial possibilita-se que os alunos sejam atendidos em suas especificidades e estejam aptos a captar informação do meio que os rodeia e relacionar esses dados a fim de formar quadros conceituais e sensoriais mais completos e significativos (Soler, 1999).

METODOLOGIA

Essa pesquisa de caráter experimental sem grupo testemunha (Laville & Dionne, 1999), buscou explorar o uso de um material multissensorial que aborda a primeira lei de Mendel por uma aluna com baixa visão.

A participante da pesquisa foi escolhida por indicação da Diretoria de Ensino da Cidade de São Carlos – SP. O critério foi baseado na presença de baixa visão e estar na faixa escolar do Ensino Médio, em que o assunto é abordado. Ela tinha 15 anos no momento da pesquisa, possuía baixa visão com foco embaçado, dificuldades de distinguir cores e frequentava outra escola no contra turno, em que recebia um atendimento especializado. Tinha conhecimentos sobre DNA, tema trabalhado por meio de uma maquete tátil, pois é de seu entendimento que a manipulação tátil seja necessária para seu aprendizado. O contexto apresentado configura-se como uma oportunidade ímpar para o desenvolvimento da pesquisa, pois possibilita um levantamento de entendimentos e características do material que são apontados pela aluna durante o seu manuseio.

O material desenvolvido

A atividade intentou trabalhar três conceitos da Genética Clássica: 1. Relação fenótipo/genótipo; 2. Dominância/recessividade; 3. Primeira lei de Mendel.

O fenótipo foi representado por esferas de isopor com superfície lisa ou com saliência (Figura 1a.). O genótipo corresponde a dois cromossomos confeccionados com porcelana fria e que poderiam conter dois diferentes alelos, simbolizados por botões com formatos distintos. Os cromossomos poderiam ser dispostos no interior de cada sólido (Figura 1b).

Os conceitos de dominância e recessividade foram trabalhados a partir da relação entre o tipo de superfície do sólido e os alelos contidos nele (Figura 1b).

Para representar a primeira lei de Mendel utilizamos um tabuleiro simulando o quadrado de *Punnet* multissensorial para a realização dos cruzamentos (Figura 2). Primeiramente, a aluna deveria realizar a segregação dos alelos parentais para formação dos gametas. Depois, dependendo das possibilidades de genótipos formados pela união dos gametas, foi verificado o fenótipo/genótipo correspondente e então relatado a proporção de progênie esperada.

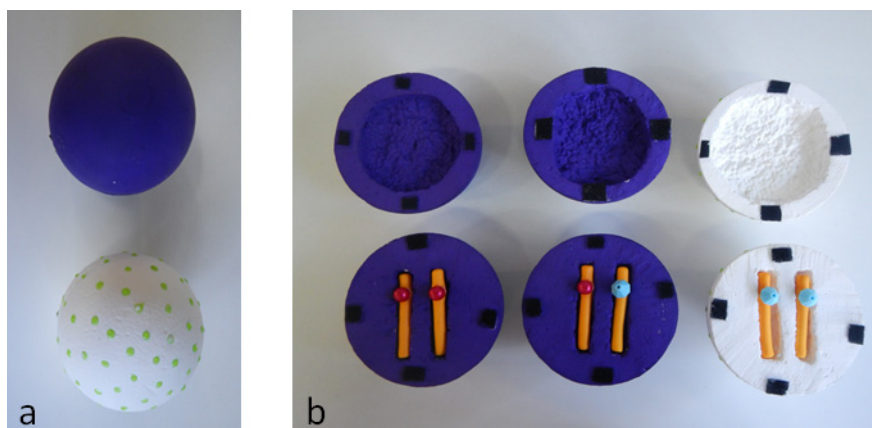


Fig. 1. Apresentação do material utilizado. a. Representação dos fenótipos: Liso e com Saliência. b. Relação fenótipo/genótipo. Genótipo representado por cromossomos com alelos que correspondem aos botões de formatos e cores distintas

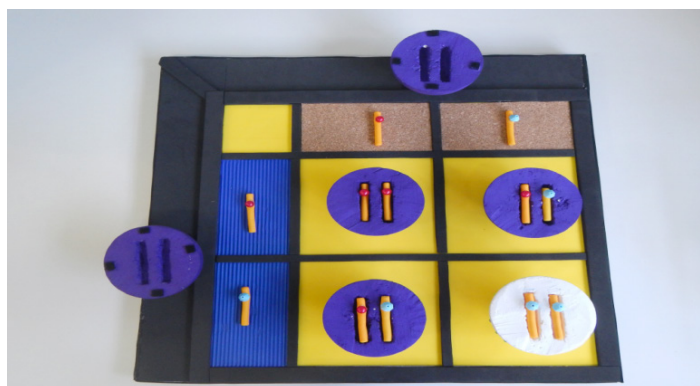


Fig. 2. Representação do quadrado de *Punnet*. Identificam-se os fenótipos parentais com os possíveis genótipos dos gametas e fenótipos e genótipos da prole

Coleta de dados e Análises

A coleta foi realizada a partir de entrevistas semiestruturadas realizadas em dois momentos: no primeiro o objetivo foi entender como a aluna se relaciona com o assunto abordado, quais seus conhecimentos prévios, características de sua deficiência visual e quais alternativas são utilizadas na escola; em um segundo momento, posterior à intervenção, foi realizada uma avaliação do material, segundo características apontadas por Cerqueira & Ferreira (2000) como essenciais para o desenvolvimento de

um material inclusivo: tamanho, significação tátil, estimulação visual, fidelidade, facilidade de manuseio e resistência.

A intervenção foi baseada em roteiro pré-estruturado. Assim, a partir do auxílio do pesquisador, a aluna foi conduzida por algumas etapas: apresentação e reconhecimento do material, estabelecimento de relações entre os componentes e conceitos (parentais, cromossomos, genes, alelos), resolução de um caso genético auxiliado pelo pesquisador e, por fim, resolução de um caso sem auxílio.

O processo foi gravado em áudio e vídeo e posteriormente houve a transcrição das falas e dos comportamentos observados. Optamos por transcrever as conversas de forma fiel às falas correspondentes. Incluímos, como complemento, os comportamentos observados durante a execução da atividade.

As análises foram desenvolvidas a partir de etapas características da análise de conteúdo que é organizada em três eixos: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados (Bardin, 2007). Entendemos que tal método possibilita um olhar multifacetado sobre o nosso objeto de pesquisa e auxilia na busca dos sentidos do mesmo (Campos, 2004).

RESULTADOS

Após a fase de análise sistemática das transcrições, definimos duas categorias, nas quais agrupamos alguns momentos do discurso:

1. Tópicos conceituais envolvidos com a primeira lei de Mendel – envolve o uso do material para o desenvolvimento de um pensamento teórico sobre algum conceito.
2. Características do material - apontam características do material ou da mediação executada pelo pesquisador que permitiram o entendimento dos tópicos abordados ou que ofereceram limitação.

Tópicos conceituais envolvidos com a primeira lei de Mendel

Apesar da aluna não ter aprendido na escola o tópico abordado ela já tinha conhecimentos sobre o tema DNA. No primeiro episódio (Quadro 1), a aluna durante o processo de familiarização com o material e conceitos envolvidos com o tema, mobiliza os seus conhecimentos prévios para relacionar com o que está aprendendo.

Episódio 1	Episódio 2	Episódio 3
<p>Pesquisador: Que tem uma textura diferente. Então, isso que a gente vê no meio a gente chama de genótipo. O que que é genótipo? (Pesquisador apresentando os cromossomos com os alelos e que ficam encaixados dentro das esferas que representam fenótipos diferentes.)</p> <p>Aluna: É o DNA de cada um né?</p> <p>Pesquisador: Isso, são genes que estão determinando a característica, que a gente chama de fenótipo. Certo?</p>	<p>Pesquisador: (...) Por exemplo, aqui qual que você acha que é o gene dominante e o recessivo?</p> <p>Aluna: É esse aqui. (A aluna após observar os genes que estavam nos pares de cromossomos encaixados nas esferas aponta para a peça que representa o alelo dominante, o que possui uma bolinha vermelha na ponta.)</p>	<p>Pesquisador: Então, essas células que são formadas, que são espermatozoides e óvulo, você acha que elas vão ter dois genes ou um gene só? (...) Um indivíduo é formado por dois?.</p> <p>Aluna: Um.</p> <p>Pesquisador: Um, certo. Então, a primeira coisa que a gente faz pra fazer um cruzamento é formar esses gametas, que são as células sexuais, o espermatozoide e o óvulo.</p> <p>Pesquisador: Então esses espaços aqui ó, tá vendo que tem dois aqui ó (...) (O pesquisador apresenta os dois espaços reservados no quadrado para a separação dos alelos parentais que estarão presentes nos possíveis gametas).</p>

Quadro 1. Recortes da entrevista que apresentam os episódios 1, 2 e 3 relacionados aos tópicos conceituais envolvidos com a primeira Lei de Mendel

A inclusão na escola vai além do material, ela envolve a mediação humana que precisa estar atenta ao outro, articulando os conhecimentos que o mesmo possui com o que será ensinado, promovendo um diálogo que favoreça a participação do aluno, como afirma Rizzo *et al.* (2014).

No episódio 2 (Quadro 1), ainda durante o processo de familiarização, a aluna consegue com o auxílio das representações do material, identificar qual seria o alelo associado ao fenótipo dominante e o recessivo, para isso, foram apresentados três esferas duas com fenótipo liso (uma homocigoto dominante e outra heterocigota), além de uma esfera com fenótipo com saliência (homocigoto recessivo). A situação apresentada fica mais evidente quando ao realizar o exercício sem mediação, a aluna aparenta não ter dificuldades para distinguir a relação genótipo/fenótipo.

No episódio 3 (Quadro 1), apresentamos como a aluna, após se familiarizar com quadrado de Punnett, consegue desenvolver um pensamento de como a segregação dos alelos ocorrem na formação dos gametas.

Ao longo da atividade a aluna demonstra que entende que para formação da prole, ela necessita separar os alelos para formação dos gametas e posteriormente estabelecer as possibilidades a partir da junção dos alelos materno e paterno, enunciando, assim, a primeira lei de Mendel. A didática multissensorial pode ser um método valioso para alunos com e sem deficiência visual e traz benefícios tanto quantitativos quanto qualitativos no entendimento e na formação de conceitos (Anjos & Camargo, 2011).

Característica do material

Segundo Cerqueira & Ferreira (2000), “talvez em nenhuma outra forma de educação os recursos didáticos assumam tanta importância como na educação especial” (p.24). Enfrentamos, assim, o desafio de juntamente com o estudante, sujeito central do processo de ensino e aprendizagem, identificar e repensar a forma de como desenvolvemos um material multissensorial.

No episódio 4 (Quadro 2) destacamos a escolha das características utilizadas pela aluna para distinguir os componentes que fazem parte do material. Em dois momentos, ao tentar identificar os componentes do material, a aluna usa primeiramente a sua visão residual tentando distinguir pela cor e não pela textura. Cerqueira & Ferreira (2000) afirmam que os recursos adaptados devem apresentar cores fortes e contrastantes para melhor estimular visão funcional do aluno deficiente visual, principalmente aqueles com baixa visão.

<p>Episódio 4</p> <p>Pesquisador: É (...) bom, primeira coisa que você está vendo aqui (...) três indivíduos aqui, certo? Vamos supor que são três indivíduos. Qual que é a diferença que você está vendo entre esses indivíduos? (O pesquisador apresenta à aluna três esferas, duas de mesma cor (roxa) e uma diferente (branca com pontos verdes em alto relevo) representando três indivíduos diferentes.)</p> <p>Aluna: Dois são da mesma cor. (A aluna observa o material sem tocá-lo)</p> <p>Pesquisador: Dois são da mesma cor e o outro (...)</p> <p>Aluna: O outro é branco.</p>	<p>Episódio 5</p> <p>Aluna: Ah entendi. Um azulzinho (...) não um azulzinho liso (...) opa (...) (Enquanto manipula as peças dentro da caixinha, a aluna esbarra o cotovelo em uma das semiesferas do quadro, mas nada sai do lugar.)</p> <p>Pesquisador: Se você quiser comparar com o que está lá, se quiser pegar o outro pra comparar, aqui ó.</p> <p>Aluna: Ah ele tem um negocinho (...) (A aluna observa um detalhe do alelo que não havia visto antes.)</p> <p>Pesquisador: Tem.</p> <p>Aluna: (...) não tinha reparado nisso (...) não é esse, cadê? É esse.</p>
--	--

Quadro 2. Recortes da entrevista que apresentam os episódios 4 e 5 relacionados com as características do material

Após o período de familiarização com o material foi sugerido que a aluna resolvesse um exercício retratado no episódio 5 (Quadro 2). Durante esse processo ela percebe uma característica que vai além da cor e que distingue as duas peças que representam tipos de alelos. Percebemos que é durante a resolução do exercício que a aluna identifica que além da cor, os dois alelos, representados por botões, tinham formatos diferentes. Tal situação ocorre pelo fato dos botões possuírem tamanhos pequenos, o que dificultou a diferenciação em um primeiro momento. Ao utilizar a didática multissensorial para a elaboração do material entendemos que é importante a exploração dos vários sentidos humanos, possibilitando uma abrangência maior de experiências (Soler, 1999). Ressaltamos que o processo de familiarização do aluno com o material para a identificação de características é imprescindível para o entendimento de conceitos envolvidos com o tema.

Algumas características foram observadas como fundamentais para que a atividade fosse desenvolvida de forma rápida e prática: O fato da aluna poder pegar as peças e aproximar dos olhos que facilitava a identificação, a delimitação dos espaços em que ficariam os gametas, prole e parentais com o uso do relevo no quadro de *Punnet* e caixas separadoras para acondicionar as peças.

CONCLUSÃO

Evidencia-se a multiplicidade de interpretações e significados que um material multissensorial pode possibilitar, criando oportunidades de aprendizagens que potencializam o desenvolvimento sensorial e conceitual dos estudantes.

Foi possível desenvolver conceitos essenciais para o entendimento do tema e resolução de exercícios. A atividade tem potencial para integrar os alunos que podem ser atendidos em suas especificidades de aprendizagem. Destaca-se a importância das etapas: familiarização, resolução de exercício mediada pelo professor e resolução sem mediação.

Além das características materiais, as interações verbais potencializaram o uso de uma atividade, ou seja, apesar da possibilidade de integração dos alunos, a mediação deve estar atenta às especificidades de cada um. Isso é possível com um maior tempo de acompanhamento, levando-se em consideração: conhecimentos prévios, características da deficiência visual, adaptações necessárias e a possibilidade de construção do material junto com o aluno

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANJOS, P.T.A., & CAMARGO, E.P. (2011). Didática Multissensorial e o Ensino de Ciências e o Ensino Inclusivo em Ciências. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnologia*, 17: 192-196.
- BAHAR, M., JOHNSTONE, A. H., & HANSELL, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84–86.
- BARDIN, L.(2007). *Análise de Conteúdo*. 3ª Edição, Lisboa: Edições 70.
- BENITE, A.M.C., NAVES, A.T., PEREIRA, L.L.S., & LOBO, P.O. (2008). Parceria colaborativa na formação de professores de Ciências: a educação inclusiva em questão. In: *XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 14, Curitiba. Anais. Curitiba: Imprensa Universitária da UFPR.
- CAMPOS, C. J. (2004). Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 57(5): 611-614.
- CERQUEIRA, J. B., & FERREIRA, M. A. (2000) *Os recursos didáticos na educação especial*. 15ª. Edição. Rio de Janeiro: Revista Benjamin Constant.
- CID, M., & NETO, A. J. (2005) Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra, 1-5.

- HAAMBOKOMA, C. (2007) Nature and causes of learning difficulties in genetics at high school level in Zambia. *Journal of International Development and Cooperation*, 3(1), 1-9.
- KNIPPELS, M-C. P. J. (2002) *Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education. The yo-yo learning and teaching strategy*. Utrecht, Netherlands: Universiteit Utrecht.
- KNIPPELS, M-C. P. J., WAARLO, A.J., & BOERSMA, K.T. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Educational Research*, 39 (3):108-112.
- LAVILLE, C. E., & DIONNE, J. (1999). *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Tradução Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artes Médicas; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.
- LONGDEN, B. (1982). Genetics—are there inherent learning difficulties? *Journal of Biological Education*, 16(2), 135–140.
- RIZZO, A. L., BORTOLINI, S., & REBEQUE, P. V. S. (2014). Ensino do sistema solar para alunos com e sem deficiência visual: proposta de um ensino inclusivo. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. 14(1): 1-14.
- SOLER, M. A. (1999). *Didáctica multissensorial de las ciencias: un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.

