

O ensino de genética para cegos numa perspectiva inclusiva

Maria Luciane Cardoso da Silva 

Cleber Silva e Silva 

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Belém, PA, Brasil

Resumo

Trata-se de pesquisa-ação que apresenta e discute os resultados de aplicação de um produto educacional que considerou um contexto real de ensino-aprendizagem de uma discente cega nas aulas de biologia. Através de observação participante e questionários semiestruturados, identificamos a necessidade da elaboração de um produto educacional para o ensino de genética que atendesse as necessidades de aprendizagem da estudante cega, mas que também se configurasse como recurso alternativo de aprendizagem para estudantes normovisuais. Concluímos que a utilização da tecnologia educacional pelos discentes foi um momento agregador nas relações estabelecidas, uma vez que o produto multissensorial proposto se mostrou como um recurso que fortaleceu o processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Inclusão; Produto educacional; Cegueira.

Abstract

Teaching genetics to the blind from an inclusive perspective

This is an action research that presents and discusses the results of applying an educational product that considered a real teaching-learning context of a blind student in biology classes. Through participant observation and semi-structured questionnaires, we identified the need to develop an educational product for the teaching of genetics that would meet the learning needs of the blind student, but that would also be configured as an alternative learning resource for normovisual students. We conclude that the use of educational technology by students was an aggregating moment in the relationships established since the proposed multisensory product proved to be a resource that strengthened the teaching-learning process.

Keywords: Inclusion; Educational product; Blindness.

Resumen

Enseñar genética a los ciegos desde una perspectiva inclusiva

Es una investigación acción que presenta y discute los resultados de la aplicación de un producto educativo que consideró un contexto real de enseñanza-aprendizaje de un estudiante ciego en clases de biología. A través de la observación participante y cuestionarios semiestruturados, identificamos la necesidad de desarrollar un producto educativo para enseñar genética que satisfaga las necesidades de aprendizaje del estudiante ciego, pero que también se configure como un recurso de aprendizaje alternativo para estudiantes normovisuales. Concluimos que el uso de tecnología educativa por parte de los estudiantes fue un momento de agregación en las relaciones establecidas ya que el producto multissensorial propuesto resultó ser un recurso que fortaleció el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: Inclusión; Producto educativo; Ceguera.

Introdução

A complexidade do currículo no Ensino Médio Integrado (EMI) e o gradual aumento quantitativo e qualitativo das aprendizagens, próprias desse nível de ensino, exigem linguagens e recursos específicos nas áreas de conhecimento contempladas (SORRI BRASIL, 2005), o que pode se converter em um grande desafio para a pessoa com necessidades educacionais específicas.

A Biologia, um dos componentes propedêuticos do EMI, tem temas muito visuais e complexos, de difícil compreensão para estudantes, especialmente para os cegos. A citar a genética, que envolve questões muito abstratas em um contexto intricado por ferramentas matemáticas e conceitos nem sempre acessíveis aos discentes. Autores como Oliveira (2018), Rocha e Silva (2016), Cid e Neto (2005) apontam a genética como um dos temas da biologia em que os alunos possuem maiores dificuldades de assimilação.

Sobre essas dificuldades, Orlando et al. (2009, p. 2) nos explicam que “[...] modelos biológicos, como as estruturas tridimensionais ou semiplanas, podem ser utilizados como facilitadores do aprendizado”. Vaz et al. (2012) complementam que esses tipos de materiais buscam atender as especificidades de pessoas com deficiência (PcD), mas também podem ser utilizados por alunos sem deficiência visando, assim, respeitar o propósito da inclusão escolar, que tem por objetivo a igualdade de oportunidades educacionais a todos os alunos. Nesse viés, esta pesquisa defende uma concepção de inclusão de alunos cegos através do uso, sempre que possível, de recursos de aprendizagens comuns aos dois públicos: alunos cegos e alunos normovisuais, por acreditarmos que ações assim promovam uma maior interação entre os discentes no tocante à aprendizagem dos mesmos.

Desta forma, considerando o contexto específico estudado – a inclusão escolar de uma aluna cega nas aulas de biologia –, as questões que nortearam essa pesquisa foram: quais as maiores dificuldades encontradas pelo professor de biologia e pela aluna cega na abordagem dos assuntos? e como aliar o processo ensino – aprendizagem à utilização de protótipo em sala de aula, como recurso didático adequado a alunos cegos e a normovisuais? Essas perguntas norteadoras definem o problema estudado e serviram de base para a hipótese levantada: que a utilização de materiais didáticos multissensoriais, como os protótipos táteis-visuais, além de ser uma solução alternativa para diminuir a dificuldade de compreensão de tópicos da biologia pelo aluno cego, atendendo suas especificidades de aprendizagem, pode se configurar como um recurso adicional de aprendizagem para os discentes normovisuais.

Diante desta premissa, este artigo tem como objetivo apresentar e discutir os resultados de aplicação de um produto educacional para o ensino de genética mendeliana, como proposta de recurso inclusivo adequado a alunos cegos e a normovisuais. Para tanto, inicialmente trazemos apontamentos sobre a importância do uso de recursos inclusivos adequados e, na sequência, mostramos a metodologia de produção e aplicação do produto educacional, as discussões e considerações finais.

O educando cego e a importância do uso de recurso inclusivo adequado no processo ensino-aprendizagem

A inclusão educacional de pessoas cegas envolve vários fatores e mudanças de paradigmas, a eliminação de barreiras e a promoção de acessibilidades atitudinal, arquitetônica, comunicacional (SOUZA, 2016). Entretanto, aqui faremos um recorte para abordar especificamente a acessibilidade pedagógica/metodológica, foco deste estudo.

Neste contexto, as atividades escolares podem ser dosadas, planejadas, acompanhadas e avaliadas com apoio de tecnologias (MORÁN, 2015). O uso de modelos multissensoriais como os protótipos, por exemplo, ajuda a melhorar a capacidade de adquirir, memorizar e assimilar as informações (CASTRO et al., 2015). Por isso, a aplicação desses recursos em sala de aula pode ser um importante apoio para o processo de ensino-aprendizagem (ORLANDO et al., 2009). E complementamos: a forma como esse recurso é disponibilizado e a metodologia adotada pelo docente na utilização da ferramenta também são muito importantes.

Guimarães e Giordan (2013, p. 2) afirmam que “o professor é o agente que instaura o diálogo entre os conceitos científicos e seus alunos”, assim, como mediador de um processo, o professor pode promover a participação ativa do estudante cego na apropriação dos conhecimentos com a utilização de recursos adequados. Castro et al. (2015) predizem que a leitura tátil é três vezes mais cansativa que a leitura visual e considerar que aulas baseadas em materiais traduzidos para o braille são suficientes, é um equívoco que prejudica o aluno com deficiência visual. Estes mesmos autores também argumentam que materiais didáticos táteis ainda carecem da compreensão do contexto inclusivo, pois são, em sua maioria, exclusivos para alunos com deficiência visual, o que não estimula ou mesmo evita a participação dos outros alunos durante o processo de aprendizagem, seja por falta de apelo visual ou por sua individualidade intrínseca.

Neste viés é que o uso dos materiais multissensoriais – aqueles que aguçam os diferentes sentidos humanos, como os materiais táteis-visuais – se faz importante, porque propicia uma maior oportunidade de assimilação dos conceitos (CERQUEIRA et al., 2017) e pela possibilidade desses recursos serem usados tanto por alunos com deficiência ou não. Assim, no contexto do aluno cego, estimular a prática da produção e utilização de materiais didáticos inclusivos adequados como ferramenta de aprendizagem possibilitam uma maior interação entre os discentes e uma maior aproximação dos alunos com o conteúdo, não só aqueles com deficiência visual, mas também para os videntes (CASTRO et al., 2015).

Procedimentos metodológicos

Este estudo é uma pesquisa-ação, com abordagem qualitativa. De acordo com Vieira (2009), a pesquisa qualitativa levanta as opiniões, as atitudes e os hábitos dos participantes. A pesquisa-ação, por sua vez, é aquela que, além de compreender, visa intervir na situação estudada com vistas a modificá-la.

Nesse universo, o produto educacional aqui é apresentado é fruto de pesquisa que considerou um contexto real de sala de aula, após identificar a necessidade dos participantes envolvidos. A pesquisa ocorreu entre os meses de fevereiro a dezembro de 2019, numa turma de ensino médio integrado em telecomunicações do Instituto Federal do Pará, da qual participaram a aluna cega, estudante da turma, seus 21 colegas normovisuais e três professores de biologia, totalizando 25 participantes. Ressaltamos a seleção dos três docentes nessa fase exploratória por serem os que ministraram a disciplina na turma e, conseqüentemente, por terem vivenciado experiências relacionadas à temática abordada.

Destacamos ainda que esta pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética da Universidade da Amazônia (Unama), tendo a anuência dos participantes e/ou responsáveis através da assinatura dos documentos exigidos por este comitê: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), Termo de Assentimento (TA) e Termo de Autorização para uso de Imagem (TAI).

No estudo de campo, os instrumentos de coleta de dados usados foram: a observação participante (OLIVEIRA, 2010) e a aplicação de questionários semiestruturados, formulados, como nos orienta Vieira (2009), através de conceitos relacionados ao objeto da pesquisa, sendo neste caso: inclusão, materiais multissensoriais e deficiência visual. A aplicação do instrumento para a discente cega ocorreu em horário e

local reservado para esse fim, por meio de entrevista face a face; para os discentes normovisuais, o questionário foi aplicado em sala de aula; para os docentes, o método de aplicação foi a autoaplicação (VIEIRA, 2009), sendo o instrumento enviado e recebido por e-mail ou impresso para o docente que assim preferiu.

Os dados obtidos nessa fase exploratória nos permitiram identificar o ensino da genética mendeliana como o principal problema no processo ensino-aprendizagem. Isso porque a genética, além de conter muitos termos abstratos, faz uso da matemática para a sua compreensão. A aluna cega relatou sua dificuldade em entender cruzamentos genéticos e os professores de conseguirem encontrar alternativas que pudessem substituir as projeções visuais usadas nas aulas, uma vez que recorriam prioritariamente às imagens para trabalhar os conteúdos mais abstratos, como os da genética. Com os alunos normovisuais, percebeu-se que ainda era confusa, para eles, a compreensão da possibilidade de ter um material educativo em sala que contivesse características que atendesse, ao mesmo tempo, a necessidade de aprendizagem da colega com deficiência visual e que também pudesse ser usado por eles.

Nessa conjuntura, começamos a elaborar um produto educacional que buscasse amenizar essas dificuldades de ensino-aprendizagem e que também se configurasse como um recurso educacional alternativo aos demais alunos da turma. Surge, então, o produto “GENTAT – genética no tato”, que é um protótipo do quadro de Punnett (Figura 1), ferramenta muito utilizada pelos professores de biologia para a resolução de exercícios ligados à genética mendeliana.

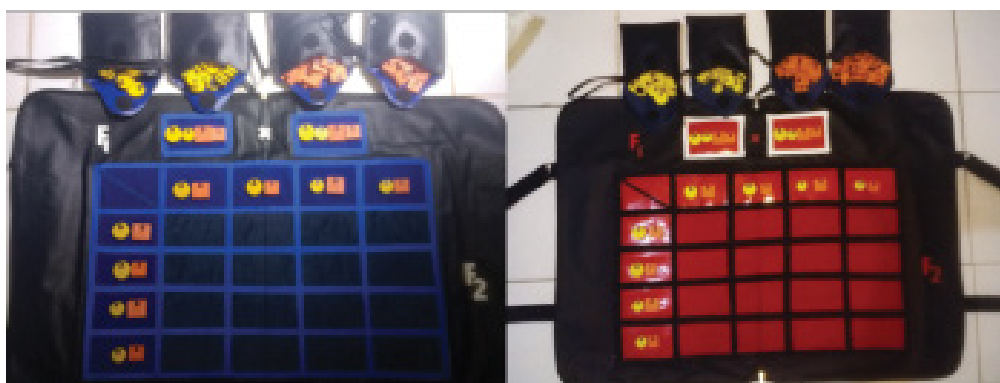
Figura 1 – Quadro de Punnett. Exemplo de um cruzamento entre indivíduos duplo heterozigóticos.

		Gametas femininos			
		RV	Rv	rV	rv
Gametas masculinos	RV	RRVV	RRVv	RrVV	RrVv
	Rv	RRVv	RRvv	RrVv	Rrvv
	rV	RrVV	RrVv	rrVV	rrVv
	rv	RrVv	Rrvv	rrVv	rrvv

Fonte: ESTUDA TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS, 2020.

A fim de atender a necessidade da aluna cega, mas também estimular a utilização do mesmo recurso educacional pelo restante da turma, dois exemplares do protótipo foram fabricados, utilizando-se, além dos elementos táteis, cores contrastantes, que são a base da didática multissensorial (CERQUEIRA et al., 2017). Os exemplares são mistos, sendo suas peças em 3D e a base feita com tecidos variados. O recurso tem 50cm de comprimento por 70cm de largura, quando aberto; e a área da tabela interna, que representa o quadro de Punnett, 35cm x 50cm, tendo cada quadrante que a compõe o tamanho de 7cm x 10cm (Figura 2). Quando fechado, o protótipo se transforma numa bolsa, para facilitar o transporte (Figura 3).

Figura 2 – *Design* interno dos dois exemplares confeccionados, representando o quadro de Punnett. A figura também ilustra as peças e as bolsinhas para armazenamento.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

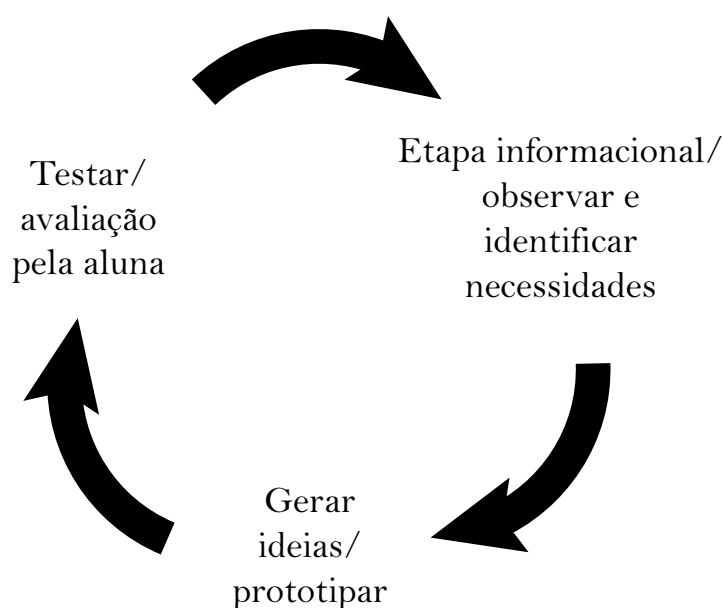
Figura 3 – *Design* externo do protótipo. Base e bolsinhas para armazenamento das peças.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

O processo de construção do produto foi feito em parceria com o NDTPI¹/IFPA, *campus* Belém, designer e costureira locais, e se embasou no *Design* Centrado no Usuário (DCU), um processo iterativo e cíclico (Figura 4) que possui foco no atendimento das necessidades do usuário final (ALVES, BATTAIOLA, 2014). Desse modo, concomitante à produção do recurso educacional, foram feitos pré-testes com a aluna cega para melhor adequação do mesmo quanto ao formato, texturas utilizadas, tamanho das peças e a formatação dos pontos braille contidos na tecnologia.

Figura 4 – Dinâmica da fabricação do produto educacional com base nos preceitos do DCU.



Fonte: Fluxograma feito pelos autores.

As peças foram confeccionadas através do programa Light Wave 3D 2019.1, da Newtek e impressas em impressora 3D GTMax. As que representam os genes dominantes “A” e “B” medem 2,5cm de diâmetro e as que representam os genótipos recessivos “a” e “b”, 2cm de diâmetro. Sendo que as peças A e a, alelos dominante e recessivo para a 1ª característica, foram confeccionadas no formato de círculo e na cor amarela, enquanto que B e b, alelos dominante e recessivo para a 2ª característica, em formato quadrado e na cor laranja. Essas diferenciações de tamanho e forma foram pensadas para facilitar a percepção dos genes dominantes e recessivos e dos pares alelos pela aluna cega.

¹ Núcleo de Desenvolvimento de Tecnologia Pesquisa e Inovação.

Para a configuração dos pontos braille, usamos o programa Braille Fácil, desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia Assistiva, Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais (NCE/UFRJ) para o Ministério da Educação (MEC) e registrado pelo Instituto Benjamin Constant/MEC no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), em 2008. Após impressas, as peças sofreram acabamento manual e as letras em português pintadas com caneta permanente preta para um melhor contraste e facilitar a visualização das mesmas pelos discentes normovisuais. Finalizamos com imãs na base de cada peça para a aderência delas na chapa galvanizada inserida embaixo dos tecidos que forram a base do protótipo. No total, foram feitas 140 peças para cada protótipo, sendo 35 unidades de cada gene. Esse número foi pensado para que não faltasse peça no momento da resolução dos exercícios sobre a segunda Lei de Mendel, a qual contém um número maior de cruzamentos. Assim, em questões que envolvam até dois pares de genes alelos o número produzido é suficiente. O Quadro mostra os materiais utilizados na fabricação do produto educacional.

Quadro – Materiais utilizados na fabricação dos dois exemplares do produto educacional.

Parte do protótipo	Materiais
Base	Chapa galvanizada nº 28; napa, brim e veludo para cobrir a chapa; fita gorgurão nº 2 para delimitação dos quadrantes; regulador e fita de poliéster 3cm para as alças; zíper de 120cm e 40cm e courvin para o acabamento e revestimento externo; letras e números de plástico.
Peças	Filamento ABS 1,75 mm nas cores amarelo e laranja; imã 1,5cm; cola de contato e caneta permanente de cor preta.
Bolsinhas para armazenamento das peças	Courvin, veludo e velcro.

A aplicação do protótipo ocorreu em três encontros, no horário da disciplina biologia, entre os meses de outubro e dezembro de 2019. As Tabelas 1 e 2 trazem o cronograma e a dinâmica de aplicação, que seguiu a organização do conteúdo programático planejado pela docente que ministrou a disciplina no período.

Tabela 1 – Cronograma de aplicação do produto educacional.

APLICAÇÃO DO PRODUTO	Data	Conteúdo trabalhado
1 ^a	18/10	Docente: Conceitos básicos de genética – abordagem teórica Pesquisadora: Apresentação do protótipo para AC e sua turma
X	01/11	Docente: Primeira Lei de Mendel – abordagem teórica
2 ^a	08/11	Pesquisadora: Resolução de exercícios da 1 ^a Lei de Mendel
X	29/11	Docente: Segunda Lei de Mendel – abordagem teórica
3 ^a	06/12	Pesquisadora: Resolução de exercícios da 2 ^a Lei de Mendel

Tabela 2 – Roteiro e dinâmica de aplicação do produto educacional.

	Ação	Dinâmica	Conteúdo abordado	Tempo utilizado
Primeiro encontro	1 ^a aplicação - Apresentação do protótipo para a discente cega e sua turma	Relacionar as peças que o compõem o protótipo com os conceitos básicos de genética abordados pela professora	Genes alelos, alelos dominantes e recessivos, condições de homozigose dominante, homozigose recessiva e heterozigose	1 aula
Segundo encontro	2 ^a aplicação - Resolução de exercícios	Resolução por estações de aprendizagem	1 ^a Lei de Mendel	2 aulas
Terceiro encontro	3 ^a aplicação - Resolução de exercícios	(Metodologias ativas)	2 ^a Lei de Mendel	2 aulas

Na primeira aplicação (Figura 5), um dos exemplares do protótipo ficou com a aluna cega, para manuseá-lo durante a explicação e outro com a pesquisadora, para apresentá-lo ao restante da turma. Neste primeiro contato com o produto educacional, não se buscou detalhar para os discentes o quadro de Punnett (que ainda seria trabalhado pela professora nas aulas seguintes), e sim mostrar as peças do protótipo que representam os genes alelos “A”, “a”, “B”, “b”, relacionando-as com a explicação da professora sobre os conceitos básicos de genética.

Buscou-se, dessa forma, aliar teoria e prática relembrando os termos abordados e pedindo que os alunos indicassem quais peças do protótipo representavam os genes dominantes e recessivos, os pares alelos, e montassem condições de homozigose

dominante, homozigose recessiva e heterozigose. A cada estímulo para a participação dos alunos, alternávamos, ora pedindo que a discente cega indicasse um exemplo daquilo que estava sendo pedido, ora solicitando que outro colega da turma o fizesse. O tempo decorrido nessa ação foi de uma aula (50 min).

Figura 5 – Primeiro dia de aplicação: apresentação do protótipo.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Nos 2º e 3º encontros, a dinâmica de aplicação do produto se embasou no modelo adotado pelas metodologias ativas, através de estações de aprendizagem (LORENZONI, 2016; SASSAKI, 2018). A rotação por estações de aprendizagem é uma modalidade do ensino híbrido, que cria um circuito dentro da sala de aula. A cada encontro as estações abordaram exercícios acerca do mesmo tema central (2º encontro: somente exercícios acerca da 1ª Lei de Mendel; 3º encontro: somente exercícios acerca da 2ª Lei de Mendel). Assim, a dinâmica pensada para essas aplicações foi dividir a sala em três estações (A, B e C) e a turma em três grupos, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Sala dividida em três estações de aprendizagem (EA; EB; EC).



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Seis questões foram disponibilizadas em três rodadas de duas perguntas. A cada rodada os alunos sem deficiência visual mudavam de estação (a aluna cega permaneceu na estação A). Na estação **A**, os alunos normovisuais manusearam o material multissensorial vendados para não influenciarem o resultado do processo, ou seja, a viabilidade do produto na aprendizagem da discente cega. Na estação **B**, os discentes normovisuais ficaram sem vendas e puderam utilizar o protótipo para resolverem as questões. Na estação **C**, estes mesmos estudantes não usaram o produto educacional e fizeram os cruzamentos genéticos de forma escrita, no caderno. Na Figura 7, ilustram-se as ações desenvolvidas em cada estação de aprendizagem.

Figura 7 – Ações desenvolvidas em cada estação de aprendizagem.



EA: autor 1 intermediando a dinâmica de resolução com o protótipo 1, junto à discente cega e seus colegas que nesta estação estavam vendados.

EB: Alunos normovisuais resolvendo as questões disponibilizadas nesta seção com o uso do protótipo 2. EC: Alunos normovisuais respondendo as questões disponibilizadas nesta seção de forma convencional, sem o uso do protótipo.

Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Essa rotatividade foi pensada para promover maior interação entre a aluna cega e seus colegas durante a atividade e para que os alunos normovisuais pudessem avaliar o protótipo como recurso de aprendizagem também para eles, uma vez que puderam comparar as duas formas de resolução (a convencional e a realizada com o produto educacional). Da mesma forma, buscou-se fortalecer o processo de inclusão na turma no momento em que os discentes normovisuais chegavam à estação onde estava a colega de classe com deficiência visual, pela experiência de saber como é tentar aprender sem o sentido da visão, incluindo os mesmos no mundo da colega com cegueira.

A fim de verificar a funcionalidade do produto frente à situação real de aprendizagem, para além de nossas análises interpretativas durante o processo de aplicação, acompanhando o desempenho dos alunos na resolução dos exercícios com a tecnologia, aplicou-se um questionário avaliativo (LEITE, 2018) aos discentes normovisuais e à docente à frente da turma; para a discente cega, pediu-se que ela fizesse sua análise final sobre a contribuição do protótipo para a compreensão do conteúdo.

Resultados e discussões

Com relação à funcionalidade do protótipo para a aprendizagem da discente cega, doravante chamada pelo pseudônimo Júlia, houve uma boa interação com a tecnologia (Figura 8). No início, Júlia teve um pouco de dificuldade para usar o produto educacional sem mediação, especialmente no reconhecimento dos campos do protótipo que a discente precisava preencher. Foi preciso que ela levasse a tecnologia para casa, para treinar o tato e o reconhecimento dos campos e peças. Nas aplicações seguintes já estava bem mais familiarizada, distinguindo facilmente os genes dominantes e recessivos e conseguindo preencher as informações para encontrar as respostas das questões dadas.

Júlia levava em torno de 20 min para resolver cada questão, o que não consideramos um problema, mas algo compreensível se levarmos em consideração o fator equidade diante da complexidade da resolução de cruzamentos genéticos por um aluno cego, especialmente na 2ª lei de Mendel, na qual mais genes são envolvidos. Esta situação, entretanto, foi importante porque sinalizou à docente da turma que a discente precisaria de um tempo maior para fazer sua prova, como preconiza a Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015, Lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência, que garante “dilação de tempo, conforme demanda apresentada pelo candidato com deficiência, tanto na realização de exame para seleção quanto nas atividades acadêmicas, mediante prévia solicitação e comprovação da necessidade” (art. 30. V) (BRASIL, 2015).

A cada questão respondida, Júlia foi se sentindo mais segura no reconhecimento dos campos e ia compreendendo melhor a dinâmica de resolução. Assim a discente resumiu a influência do produto na compreensão dos assuntos abordados: “O protótipo me ajudou a compreender todo o processo. Eu conseguia entender o começo e o fim, mas o meio pra se chegar aquele resultado, não”.

Figura 8 – Imagens de Júlia resolvendo questões sobre a 1ª e 2ª lei de Mendel, respectivamente.



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora.

Souza (2016) e Fialho e Machado (2017) explicam que o processo de incluir consiste em tirar o foco da limitação para destacar as potencialidades da pessoa com deficiência. Neste caso, os sentidos remanescentes, as capacidades de atenção e concentração. Pela percepção de que a compreensão da aluna evoluía gradativamente a cada exercício, inferimos que o protótipo, como material concreto, reduziu a abstração do conteúdo trabalhado e se demonstrou como um recurso facilitador da aprendizagem da educanda.

A única crítica feita por Júlia para a melhoria do recurso foi referente aos pontos braille contidos nas peças “A” e “B”, que ficaram muito próximos e, por isso, confundindo-se com as letras “f” e “n”. As peças, então, foram reimpressas corrigindo o erro de diagramação.

Com relação à funcionalidade do protótipo como recurso educacional alternativo para os discentes normovisuais, 90% dos alunos avaliou positivamente a contribuição do recurso para a sua aprendizagem. As repostas mais comuns, dadas por eles no questionário avaliativo, foram: facilidade de entender o assunto; resolução mais divertida; possibilidade de aprender na prática; facilidade em visualizar os cruzamentos. Assim, transcrevemos algumas das respostas dadas: “Ajudou a ter uma visão melhor da atividade e ficou mais divertido resolver as questões” (A1); “Facilita a interpretação e a resolução das questões, tanto para as pessoas que enxergam quanto para os deficientes visuais” (A2); “Quando falado e exposto no quadro fica um pouco confuso, com o protótipo ficou mais prático, eu consegui entender mais” (A3); “É mais prático e melhor de visualizar” (A4).

Os outros 10% dos discentes responderam que o protótipo não teve contribuição significativa para a sua aprendizagem porque conseguiram compreender o conteúdo sem a interferência da tecnologia, entretanto, reconheceram que ele pode ter sido um recurso que ajudou outros colegas, além de Júlia. Conforme reposta dada pelo discente A5: “Eu já tinha entendido sem o uso do protótipo, mas acredito que tenha ajudado outros colegas, principalmente Júlia”.

Cerqueira et al. (2017) inferem que um dos desafios do ensino inclusivo é o desenvolvimento de material didático que permita a interação entre alunos com e sem necessidades educacionais específicas, de forma que ambos os perfis de alunos possam aprender conjuntamente. Mantoan (2003) corrobora com esse entendimento pontuando que, na visão inclusiva, o ensino diferenciado continua segregando e que a inclusão não prevê a utilização de práticas de ensino escolar específicas para esta ou aquela deficiência e/ou dificuldade de aprender, mas implica uma “mudança de perspectiva educacional, uma vez que não deve atingir apenas alunos com deficiência e os que apresentam dificuldades de aprender, mas todos os demais” (p. 16).

A professora da turma também avaliou positivamente o protótipo no que concerne ao eixo pedagógico do mesmo, apontando que o produto contribui para a prática docente, facilita a compreensão do conteúdo pelo aluno cego e se configura como recurso alternativo de aprendizagem para os demais discentes. As únicas observações feitas pela educadora se referem ao tamanho do protótipo (50 cm x 70 cm), para a docente poderia ser menor, e à substituição das bolsinhas para armazenamento das peças, a docente propôs um único estojo com divisórias.

Quanto ao tamanho, concluiu-se que a área da base pode ser diminuída para 43 cm x 60 cm, no que se refere ao quadro não é possível diminuí-lo, porque isso significaria uma redução também no tamanho das peças que representam os genes, o que não seria viável por já termos chegado ao tamanho mínimo possível, inclusive para a colocação das informações em braille e em português que cada peça possui. Quanto à substituição das bolsinhas de armazenamento das peças por um único estojo, chegou-se à conclusão que a substituição poderia deixar o protótipo mais pesado. Entretanto, deixa-se aqui a contribuição da professora para as próximas reproduções do produto educacional por aqueles que queiram utilizá-lo como recurso de aprendizagem.

Faz-se necessário explicar que, embora os dois outros docentes que participaram da fase exploratória deste estudo não tenham participado na fase de aplicação, por

esta ter ocorrido em tempo real de aula, coincidindo com o trabalho dos docentes em outras turmas, eles foram essenciais na coleta de informações que permitiram identificar as necessidades do processo e desenhar a fase de intervenção.

Com relação à dinâmica de aplicação, também se percebeu um retorno bem positivo dos discentes, que se manifestaram dizendo que foi uma atividade na qual eles e Júlia puderam participar de uma maneira diferente. Kuenzer (2000) nos ajuda a refletir sobre a importância de construção de propostas pedagógicas que propiciem situações de aprendizagem variadas e significativas aos estudantes. Assim, inferimos que a criação de estações na turma para a resolução do exercício cumpriu suas finalidades de estimular a aprendizagem e experiências diferentes com o estudo de um conteúdo específico, aliado a dimensões como responsabilidade e cidadania, empatia e respeito às diferenças; habilidades e competências preconizadas pela Base Nacional Comum Curricular, especialmente nos itens 9 e 10 (BRASIL, 2018, p.10).

Além disso, já que tratamos com alunos do EMI, a dinâmica por estações de aprendizagem instigou, também, a ação colaborativa e o trabalho em equipe, o que é muito pertinente na formação para o mundo do trabalho. Além de que permitiu que os discentes percebessem que é possível usar o mesmo recurso de aprendizagem, rompendo a conduta da pseudoinclusão, na qual o aluno com deficiência geralmente faz seu trabalho de forma separada.

Porém, dois pontos negativos foram observados por nós: sobre o protótipo, uma limitação foi a quantidade da ferramenta usada. O ideal é que tivéssemos pelo menos três, e não apenas dois, para atender melhor toda a turma. O outro ponto foi a não pontualidade dos alunos com relação ao horário da aula, que deveria começar às 13h, mas iniciava geralmente às 13h30min, quando, então, tínhamos um número considerado de alunos para iniciarmos as atividades, o que nos deixava com um tempo menor para trabalhar os exercícios.

Todavia, apesar das fragilidades ocorridas e levando em consideração que as únicas observações feitas pelos usuários da tecnologia se referem à estética do produto e não ao eixo pedagógico da ferramenta, inferimos que o protótipo se configurou como um recurso didático que fortaleceu o processo ensino-aprendizagem. E que os resultados obtidos com o produto e na metodologia adotada para sua aplicação são considerados satisfatórios, uma vez que todos puderam participar juntos, interagindo e reforçando a abordagem teórica da genética trabalhada em sala.

Considerações finais

Este trabalho instigou um olhar sobre a inclusão escolar de alunos cegos e a relação entre este processo com a utilização de recursos inclusivos adequados, como os materiais multissensoriais. Possibilitar a acessibilidade curricular a alunos cegos é propagar uma educação com mais equidade, onde o discente possa se sentir realmente incluído e confiante durante a sua formação escolar, em especial no EMI, pela variedade de componentes curriculares que engloba.

Reforçamos, assim, a importância da utilização de recursos educacionais que atendam as especificidades de aprendizagem do aluno cego, mas que também possam ser usados como recurso alternativo de aprendizagem pelos alunos normovisuais por acreditarmos que essa conduta fortalece o processo de inclusão em detrimento da pseudoinclusão ou integração. Sabemos que há situações muito específicas que farão com que o aluno cego tenha que estudar com recursos destinados somente a ele, não excluimos a importância nem essa necessidade disso na vida escolar desse discente. Contudo, também entendemos que, na maioria das vezes, é possível utilizarmos o mesmo recurso de aprendizagem pelos dois públicos.

Portanto, reiteramos que, se começarmos a pensar na possibilidade de confeccionarmos, sempre que possível, recursos didáticos que atendam as especificidades do educando cego, mas que também possam ser usados pelos alunos sem deficiência na visão, promoveríamos uma melhor interação entre todos os discentes no tocante à aprendizagem dos mesmos. O que também contribuiria para que as relações estabelecidas em sala de aula suscitasse um ambiente de cooperação no desenvolvimento das atividades e de respeito às diferenças, na medida em que, juntos, os educandos aprendessem com os mesmos recursos de aprendizagem.

Neste cenário, o protótipo para a resolução de exercícios da genética mendeliana, proposto nesta pesquisa como recurso educacional multissensorial, além de considerar as especificidades de aprendizagem, incrementou a proposta didática, fornecendo novas alternativas e possibilidades de resolução de exercício e compreensão do conteúdo abordado. Dessa forma, compreendemos que os objetivos preestabelecidos no início deste estudo foram alcançados, bem como sua hipótese confirmada: de que a utilização de materiais didáticos multissensoriais, como os protótipos táteis-visuais, além de ser uma solução alternativa para diminuir a dificuldade de compreensão de tópicos da biologia pelo aluno cego, se configura como um recurso adicional de aprendizagem para os discentes normovisuais.

Entretanto, finalizamos externando que este estudo não teve intuito de esgotar o debate sobre o tema e reconhecendo a importância da realização de outras pesquisas que abordem a biologia, em especial o ensino de genética, numa perspectiva inclusiva.

Referências

- ALVES, M. M.; BATTAIOLA, A. L. Design centrado no usuário e concepções pedagógicas como guia para o desenvolvimento da animação educacional. *InfoDesign: Revista Brasileira de Design da Informação*, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 21-35, 2014.
- BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência). *Diário Oficial da União*, 7 jul. 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base nacional comum curricular*. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>>. Acesso em: 28 mar. 2020.
- CASTRO, H. C. et al. Ensino inclusivo: um breve olhar sobre a educação inclusiva, a cegueira, os recursos didáticos e a área de biologia. *Revista Praxis*, Volta Redonda, v. 7, n. 13, p. 61-76, jan. 2015. <https://doi.org/10.25119/praxis-7-13-641>
- CERQUEIRA, B. R. S. et al. O ensino da primeira lei de Mendel: uma proposta multissensorial para inclusão de estudantes com baixa visão. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, n. esp., p. 5401-7, 2017.
- CID, M.; NETO, A. J. Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, n. esp., p. 1-5, 2005.
- ESTUDA TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS. Questão 154239: UEG 2014/2. *Estuda.com*, 2020. Disponível em: <<https://enem.estuda.com/questoes/?id=154239>>. Acesso em: 11 ago. 2020.
- FIALHO, F. A. P.; MACHADO. A. B. Metodologias ativas, conhecimento integral, Jung, Montessori e Piaget. In: DIAS, S. R.; VOLPATO, A. N. (Orgs.). *Práticas inovadoras em metodologias ativas*. Florianópolis, SC: Contexto Digital, 2017. p. 63-80.
- GUIMARÃES, Y.A.F; GIORDAN, M. Elementos para a validação de sequência didáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9. 2013, Águas de Lindóia. *Atas...* Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.

KUENZER, A. Z. (Org.). *Ensino médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho*. São Paulo, SP: Cortez, 2000.

LEITE, P. S.C. Produtos educacionais em mestrados profissionais na área de ensino: uma proposta de avaliação coletiva de materiais educativos. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO EM INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA, 7. 2018, Fortaleza. *Atas...* Fortaleza, CE: Universidade de Fortaleza, 2018.

LORENZONI, M. *Pequeno glossário de inovação educacional*. São Paulo, SP: Geekie, 2016.

MANTOAN, M. T. E. *Inclusão escolar: O que é? Por quê? Como fazer?* São Paulo, SP: Moderna, 2003.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T. (Orgs.). *Coleção mídias contemporâneas: convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens*. Vol. 2. Ponta Grossa, PR: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2015. p. 15-33.

OLIVEIRA, A. A. *Um olhar sobre o ensino de ciência e biologia para alunos deficientes visuais*. Dissertação (Mestrado em ensino na educação básica) — Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ufes.br/jspui/handle/10/8401>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

OLIVEIRA, M. M. *Como fazer pesquisa qualitativa*. 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

ORLANDO, T. C. et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, São Paulo, n. 1, p. 1-17, fev. 2009. <https://doi.org/10.16923/reb.v7i1.33>

ROCHA, S. J. M.; SILVA, E. P. Cegos e aprendizagem de genética em sala de aula: percepções de professores e alunos. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Marília, v. 22, n. 4, p. 589-604, out./dez. 2016. <https://doi.org/10.1590/s1413-65382216000400009>

SASSAKI, C. *Educação 3.0: uma proposta pedagógica para a educação*. São Paulo, SP: Geekie, 2018.

SORRI BRASIL. (Org.). *Ensaio pedagógicos: construindo escolas inclusivas*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2005. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ensaiospedagogicos.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2019.

SOUZA, D. P. *Deficiência e política pública: reflexões sobre humanos invisíveis*. Manaus, AM, 2016.

VAZ, J. M. C. et al. Material didático para ensino de biologia: possibilidades de inclusão. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, p. 81-104, set./dez. 2012.

VIEIRA, S. *Como elaborar questionários*. São Paulo, SP: Atlas, 2009.

Submissão em: 29/04/2020

Aceito em: 09/07/2020

Sobre os autores

Maria Luciane Cardoso Silva: Mestranda em Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal do Pará.

E-mail: lucardoso395@gmail.com

Cleber Silva Silva: Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará.

E-mail: cleber.silva@ifpa.edu.com.br