

UMA EXPERIÊNCIA DE TECNOLOGIA ASSISTIVA COM DEFICIENTES VISUAIS

Jeverson da Silva

Elaine Conte

RESUMO

O presente estudo trata de um tema comum às dinâmicas curriculares das escolas públicas que é o trabalho pedagógico com os conteúdos de biologia celular. No entanto, há nesse debate uma carência significativa de informações por parte dos próprios profissionais que trabalham nesse campo, em relação aos materiais didáticos de apoio para atuar com estudantes que possuem deficiência visual. Essas lacunas somadas ao despreparo profissional dificultam e perturbam as condições de possibilidade à aprendizagem dos estudantes que necessitam de instrumentos culturais adaptados e tecnologia assistiva, elaborados por meio de materiais concretos ou áudio, tátil e olfativo. Portanto, tem-se como objetivo geral promover a inclusão dos educandos que possuem esse tipo de deficiência, repensando a recepção e a concepção de materiais que facilitem o ensino de biologia. Apresenta-se o método tátil que auxilia na visualização das estruturas celulares com materiais tridimensionais e com o uso de legenda em braille para indicar os nomes das estruturas celulares tridimensionais. Contudo, há nesse estudo a tentativa de avaliação dessas experiências de ensino para justificar o grau de evolução de aprendizagem que a produção desse trabalho texturizado causa nos estudantes, juntamente com os impactos à formação profissional.

Palavras-chave: Deficiência visual; Ensino de ciências; Biologia; Aula texturizada.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Uma escola inclusiva tem como princípio acolher e fazer com que os alunos com deficiência convivam bem com os seus colegas, bem como quebrar qualquer tipo de preconceito que haja dos colegas para com este sujeito. Portanto, a inclusão nas escolas é o primeiro passo para que a sociedade entenda que uma pessoa portadora de qualquer tipo de deficiência ou síndrome tenha as mesmas condições e seja capaz de construir conhecimentos inter pares como qualquer sujeito. Para Sasaki (2003, p. 28),

O paradigma da inclusão social consiste em tornarmos a sociedade toda em um lugar viável para a convivência entre pessoas de todos os tipos e condições na realização de seus direitos, necessidades e potencialidades. Neste sentido, os adeptos e defensores da inclusão, chamados de inclusivistas, estão trabalhando para mudar a sociedade, a estrutura dos seus sistemas sociais comuns, as suas atitudes, os seus produtos e bens, as suas tecnologias etc. em todos os aspectos: educação, trabalho, saúde, lazer, mídia, cultura, esporte, transporte etc.

Existem vários tipos de deficiências que podem estar presentes em sala de aula, tais como deficiência intelectual, deficiência auditiva, deficiência visual e deficiência motora. O enfoque deste trabalho é para a deficiência visual pois, acredita-se que é a mais difícil de ser entendida por possuir muitas imagens que facilitam o aprendizado e por conta dessa limitação/deficiência será oferecida uma aula que propõe um método de ensino que propicia a experiência em sala de aula deste aluno. A partir desse contexto, apresentamos a problemática da pesquisa: como se dá o desenvolvimento dos sujeitos com deficiência visual na escola e como pode ser realizada a preparação das aulas de Biologia? Seria possível promover as condições de possibilidade de uma educação equitativa para alunos cegos e alunos normais? Inicialmente, realizamos uma pesquisa bibliográfica, de revisão de literatura, na tentativa de

perceber o que já se produziu sobre a temática da deficiência visual e as aulas de Biologia, que por sua vez, despertou ideias e questionamentos para se produzir uma aula ilustrativa para ambos os grupos citados anteriormente, na tentativa de beneficiar ambos os grupos. Ou seja, para os alunos normais produzindo um conteúdo fora dos livros e para os deficientes visuais proporcionando uma visualização das imagens presentes em livros, que não possuem adaptações para deficientes visuais.

Trabalhar com alunos deficientes visuais e alunos que não são deficientes visuais no mesmo ambiente é um grande desafio, principalmente na Biologia onde a maior parte da aula é por meio de ilustrações. Na maioria das vezes, é difícil entender a partir de um texto, obtendo-se assim o objetivo de produzir uma aula prática da qual os alunos possam participar e interagir com o conteúdo e os conhecimentos escolares que estão sendo produzidos. Após essas reflexões foram definidos como objetivos específicos: a) Identificar os obstáculos para atuar com deficientes visuais na sala de aula; b) Produzir e aplicar em uma aula materiais texturizados; c) Comparar as respostas de um questionário realizado antes da aplicação da atividade e depois da aplicação, na tentativa de uma sistematização do impacto da atividade observada entre a aula com e sem materiais texturizados.

Para Terence e Filho (2006, p. 07), a pesquisa comparativa com dois grupos implica “em medir (quantidade, frequência e intensidade) e analisar as relações causais entre as variáveis”. Corroboram com esse trabalho, os autores que abordam o ensino lúdico para a confecção da aula texturizada, como Rizzo (2001) e Piaget (1971). A atividade foi aplicada na Associação dos Deficientes Visuais de Canoas (ADEVIC)¹, de Canoas/RS. A instituição tem

1. A ADEVIC é uma Organização Não Governamental (ONG) formada por pessoas com um objetivo em comum, a saber: garantir habilitação, reabilitação, atendimento educacional especializado e a formação integral de pessoas com deficiência, desde a primeira infância até a maioridade.

nove (9) estudantes, dentre eles, quatro (4) possuem baixa visão, três (3) com cegueira adquirida e dois (2) cegueira congênita. A turma em que a atividade² foi aplicada está desenvolvendo um curso de massoterapia cujo professor regente é formado em fisioterapia. Este professor é deficiente visual e nos auxiliou na pesquisa transcrevendo para o braille³ os nomes das organelas vegetais que compunham a célula. A pesquisa coletou dados durante e após o desenvolvimento da aplicação da atividade, com avaliação dos processos vivenciados nela, usando, para isso, quatro questões respondidas em aula pelos estudantes.

Trata-se de uma pesquisa de intervenção, com abordagem quanti-qualitativa, voltada ao apoio de práticas diferenciadas, à compreensão da realidade e ao desenvolvimento da aprendizagem de alunos com deficiência visual. Para tanto, pesquisamos em trabalhos já produzidos para identificar as bases legais e quais são as dificuldades encontradas pelo professor ao se deparar com um estudante que possui deficiência visual. Para a comprovação disso, foi aplicada uma pequena avaliação antes da aula texturizada e refeita a mesma avaliação após o término da aula, para comparar e verificar se os estudantes realmente tiveram um melhor aproveitamento do conteúdo de biologia celular com a aplicação da aula texturizada. As questões foram desenvolvidas com base nos objetivos propostos pelo professor em sala de aula com os educandos, juntamente com as questões que serão debatidas ao longo deste trabalho. Portanto, ao produzir uma aula texturizada para os alunos com deficiências visuais, pode-se aproximar

2. Construímos uma aula com material tridimensional, utilizando plástico (PLA) e madeira (MDF), para facilitar o entendimento do formato das estruturas presentes na célula.

3. O Braille foi criado em 1824, por Louis Braille, que perdeu a visão em um acidente na infância. É um sistema de escrita tátil utilizado por pessoas cegas ou com baixa visão e foi baseado em um código militar tátil chamado de escrita noturna. É tradicionalmente escrito em papel em relevo. Os usuários do sistema Braille podem ler em telas de computadores e em outros suportes eletrônicos graças a um mostrador em braille atualizáveis. Fonte: Wikipédia (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Braille>).

o conteúdo presente nos livros? Também, por meio dessa atividade, os estudantes que não conhecem a linguagem de braille e não são deficientes visuais podem fazer relações e se colocar no lugar de seus colegas. Este estudo apresenta-se em três seções, inicialmente, expomos o referencial teórico composto pelo delineamento metodológico, depois, as análises e discussões dos dados e, por fim, as considerações finais.

REVISÃO DE LITERATURA E ESTADO DA ARTE

O princípio educativo respalda que o ensino seja igual para todos e que os alunos de classe regular devam conviver com os alunos deficientes. Segundo Báfica (2012, p. 100), “a ideia de inclusão escolar desloca a centralidade do processo de apenas o sujeito se adequar à escola, mas ter o direito incondicional à escolarização de todos no mesmo espaço educativo”. Outro documento que reafirma as declarações já feitas aqui é a Declaração de Salamanca, que sugere:

Todos os alunos aprendam juntos, sempre que possível, independentemente das dificuldades e das diferenças que apresentem. Estas escolas devem reconhecer e satisfazer as necessidades diversas de seus estudantes, adaptando-se aos vários estilos e ritmos de aprendizagem, de modo a garantir um bom nível de educação para todo(a)s através de currículos adequados, de boa organização escolar, de estratégias pedagógicas de utilização de recursos e de cooperação com as respectivas comunidades à educação (UNESCO, 1994, *on-line*).

Sabe-se que a utilização de metodologias ativas de ensino, que não utilizem somente o quadro e livros de bases transmissivas e monológicas, mas jogos e atividades diversificadas que despertam o conhecimento dos estudantes possui maior eficácia no engajamento social dos sujeitos. Portanto, para não utilizar somente livros e o quadro para a explicação e visualização dos estudantes recomen-

da-se que o professor se adequa às necessidades do educando, em outras palavras:

Nesta nova abordagem educacional, é fundamental que a escola seja capaz de aceitar a responsabilidade do progresso de todos os alunos, pelo que a adoção de um programa inclusivo pressupõe, necessariamente, uma abordagem que substitua o modelo tradicional consubstanciado na avaliação do aluno - prescrição - e ensino especializado, para uma abordagem focalizada na classe e avaliação das condições do ensino e da aprendizagem (STOBAUS; MOSQUERA, 2004, p. 70).

De acordo com o Ministério da Saúde, Portaria N^o 3.128, de 24 de dezembro de 2008,

Considera-se baixa visão ou visão subnormal, quando o valor da acuidade visual corrigida no melhor olho é menor do que 0,3 e maior ou igual a 0,05 ou seu campo visual é menor do que 20^o no melhor olho com a melhor correção óptica (categorias 1 e 2 de graus de comprometimento visual do CID 10) e considera-se cegueira quando esses valores encontram-se abaixo de 0,05 ou o campo visual menor do que 10^o (categorias 3, 4 e 5 do CID 10). (BRASIL, 2008, *on-line*).

Nunes e Lomonaco (2010, p. 60) afirmam que “o aluno cego, em sua vida escolar, necessita de materiais adaptados que sejam adequados ao conhecimento tátil-cinestésico, auditivo, olfativo e gustativo – em especial materiais gráficos táteis e o braille”. Com isso, podemos encontrar diferentes possibilidades para o ensino de educandos com deficiência visual, tais como: aulas utilizando áudio, texturas diferenciadas e também materiais que possuam cheiros diferentes para que o aluno possa sentir, diferenciar e experimentar cada material.

A pesquisa de Nunes e Lomonaco (2010) trata a questão dos estudantes cegos, os preconceitos e as potencialidades que envolvem as discussões do assunto, evidenciando que a visão não é a única e maior forma de se obter conhecimentos. Afirma ainda que as pessoas cegas possuem a mesma capacidade de adquirir conhecimentos de leituras de mundo que as pessoas normais

desde que sejam dadas as condições de possibilidade e o uso de materiais adaptados e com formas de percepção diferenciadas. Para que o estudante cego receba uma experiência visual parecida com a que um vidente tem ao observar uma imagem ou um vídeo, é necessário que haja adaptações para algo palpável ou audível.

As discussões de Castro, Marinho, Neri, Mariani, Delou (2015) abordam o Ensino Inclusivo, apresentam um breve olhar sobre a educação inclusiva, a cegueira, os recursos didáticos e a área de biologia, indicando materiais didático-pedagógicos que podem ser produzidos pelo próprio educador com baixo custo e de grande apoio pedagógico na aula para estudantes com deficiência visual. Acredita-se que a falta de apoio do governo com especialização e amparo técnico pode trazer problemas à formação do educador para a busca de alternativas para incluir as diferenças e as múltiplas experiências de conhecimento, visto que grande parte da inclusão vem das iniciativas e do empenho do professor para produzir materiais significativos de experimentação aos estudantes e que passam pelo próprio julgamento e interesse. Segundo Castro, Marinho, Neri, Mariani e Delou (2015, p. 70),

O mapa é um ótimo recurso para ajudar um aluno cego na organização de suas imagens espaciais internas. Segundo Fonseca (1999), existe quatro tipos básicos de mapas para cegos que podem ser destacados: mapas de papel, gravados em relevo; mapas seccionais, em relevo ou planimétricos, de madeira ou borracha; mapas moldados de papel ou plástico; e mapas especiais, não reproduzíveis, feitos à mão. Além disso, é importante a combinação de textos em Braille e alto-relevo, e inclusive, a identificação das trilhas táteis no espaço mapeado, com variadas cores e texturas que servem como critério para a representação das mesmas.

Na perspectiva de Jacomeli (2008) sobre Inclusão de estudantes com necessidades especiais na escola regular, o autor enfoca que não é a partir de leis e decretos que forcem as escolas regulares a absorverem alunos com deficiência que haverá a inclusão. Justifica que é por meio da formação de professores e

da gestão escolar, que se darão as condições e materiais que auxiliem a acolher estudantes com diferentes deficiências. Carvalho, Habowski e Conte (2019, p. 172-173) afirmam que,

Quando o professor que trabalha com deficientes tem formação específica e permanente na área, ele consegue caminhar para formas experimentais e plurais de conhecer, colaborando com os educandos no desenvolvimento e estímulo do raciocínio e da possibilidade de transformação de saberes sensíveis aos contextos. [...] A partir da ampliação de programas para a formação de professores, adequação arquitetônica dos prédios escolares para acessibilidade e a organização de recursos técnicos e de serviços incentivadores da mobilidade pedagógica pelas comunicações digitais, a inclusão digital poderá transformar-se em uma realidade e oportunidade para estimular aprendizagens evolutivas nas escolas.

Assim, irão incluir o educando e não somente abrigá-lo ou integrá-lo, sem amparo nenhum para as limitações, dificuldades ou ainda praticando uma falsa inclusão na exclusão. Em suas palavras, “o envolvimento da família no processo educacional da criança é uma necessidade de muita importância”, levando em consideração que para alunos que não são portadores de nenhuma deficiência visual a família possui grande valor no processo educacional (JACOMELI, 2018, p. 4).

Segundo Silva, Landim e Souza (2014), quando se trata de ensino de ciências, embora sejam utilizadas imagens, fotos, tabelas e até mesmo vídeos, que contribuem para o entendimento dos conteúdos por parte dos estudantes, há uma carência do uso de materiais como figuras em relevo e em Braille. Essa lacuna no ensino de biologia precisa ser preenchida com o uso de materiais concretos que possibilitem ao aluno a formação da representação mental do que lhe é oferecido para tatear, fator imprescindível para que obtenham o máximo de informações e compreensão do conteúdo (CARDINALI; FERREIRA, 2010).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs (BRASIL, 1999) afirmam que para o ensino de Ciências os alunos com deficiências

visuais necessitam de uma explicação verbal sobre todo o material visual, apresentado em aula ilustrações táteis às representações, melhorando assim a compreensão. A utilização de materiais tridimensionais táteis não é algo citado nos PCNs, no entanto, acreditamos ser este um dos fatores da falta de estímulo por parte dos professores presente nessa pesquisa. Além disso, as concepções de Sá, Campos e Silva (2007) articulam as novas formas de desenho, gráficos e ilustrações que, segundo os autores, deveriam ser adaptados e reapresentados em relevo, o que facilitaria a compreensão e a recontextualização dos estudantes.

Conforme a posição de Paulino, Vaz e Bazon (2011), o material didático especializado é extremamente importante para uma boa compreensão do assunto abordado na teoria, isso significa que a falta desse tipo de material acaba prejudicando os alunos portadores de deficiência visual, pois, o aluno cego não consegue compreender a teoria no mesmo tempo que alunos videntes, o que acarreta notas baixas em avaliações. Ainda, afirmam que “[...] se faz necessária a elaboração de materiais didáticos adaptados não só abordando assuntos de biologia, mas também nas demais disciplinas possibilitando a melhora no processo inclusivo de alunos com deficiência visual”. (PAULINO; VAZ; BAZON, 2011, *on-line*). Dessa forma, os alunos cegos terão as mesmas experiências e condições de possibilidade que alunos videntes têm visualizando uma imagem no livro ou um esquema que facilita a compreensão da teoria.

Segundo Freitas Neto, Agum e Freitas Neto (2017, *on-line*), “o modelo tátil se mostrou como um facilitador para o estudo das Leis de Mendel” e que está relacionado aos conteúdos das ciências biológicas com aplicação tátil para alunos com deficiência visual, facilitando a compreensão da introdução à genética e aos tipos de cruzamentos que podem ocorrer. Em outro ponto do estudo, afirmam que uma problemática da ajuda de terceiros para resolução de exercícios o que foi identificada e implementada com a ferramenta em

questão que facilitou a fixação de conteúdos. Outra solução seria a transcrição de exercícios para o braille assim os alunos não dependeriam de terceiros para a realização dos exercícios. Nesse sentido, os modelos táteis são de suma importância para a aprendizagem do aluno cego.

Pode-se perceber, desta forma, que o modelo tátil apresentado como ferramenta para o ensino-aprendizagem de alunos com deficiência visual se enquadra na perspectiva do reconhecimento da necessidade do uso de metodologias adaptativas, já que, em muitos casos, os mesmos podem apresentar dificuldades na assimilação de conceitos da Biologia, mais especificamente no conteúdo de Genética. (FREITAS NETO; AGUM; FREITAS NETO, 2017, *on-line*).

Contudo é de suma importância utilizar materiais que possam representar o que é expresso através de imagens nos livros didáticos, podendo assim ser construída uma imagem mental para memorização dos conteúdos apresentados com imagens e não somente a descrição oral.

MATERIAIS E MÉTODOS PARA CONTEMPLAR AS DIFERENÇAS

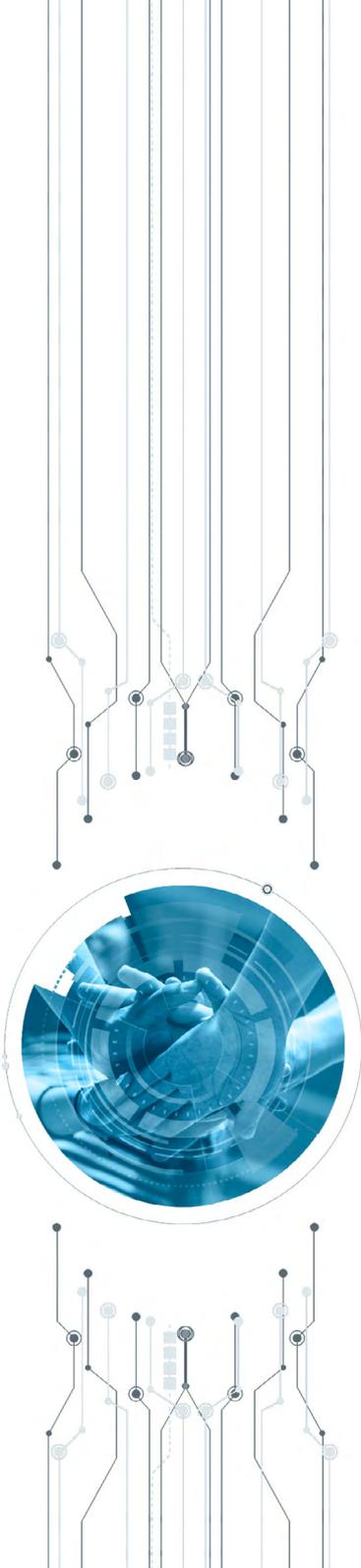
Para avaliar o grau de conhecimento que os estudantes possuem sobre o conteúdo específico de Biologia, elaboramos questões para identificar o que o estudante (re)conhece (se o aluno tem grande conhecimento sobre a questão feita), conhecimento parcial (se o aluno possui conhecimento básico sobre a questão feita) ou se desconhece (se o aluno não compreendia nada sobre a questão feita). Essa avaliação foi feita de forma oral e individualmente para cada aluno, sendo as respostas anotadas pelo autor em um diário de campo. A avaliação se compunha de quatro questões, duas específicas sobre estruturas e duas de forma geral sobre a célula. Ainda, foi anotado como A1 (aluno um), A2 (aluno dois), e assim sucessivamente, para identificar cada sujeito, com o seu

entendimento e grau de deficiência visual (dividido em: baixa visão, cegueira congênita, cegueira adquirida) e a faixa etária dos estudantes, que variou de 19 a 48 anos. Define-se legalmente esse grau de deficiência da seguinte forma:

Baixa visão: É a alteração da capacidade funcional da visão, decorrente de inúmeros fatores isolados ou associados, tais como: baixa acuidade visual significativa, redução importante do campo visual, alterações corticais e/ou de sensibilidade aos contrastes, que interferem ou que limitam o desempenho visual do indivíduo. A perda da função visual pode se dar em nível severo, moderado ou leve, podendo ser influenciada também por fatores ambientais inadequados. Cegueira: É a perda total da visão, até a ausência de projeção de luz. Do ponto de vista educacional, deve-se evitar o conceito de cegueira legal (acuidade visual igual ou menor que 20/200 ou campo visual inferior a 20° no menor olho), utilizada apenas para fins sociais, pois não revelam o potencial visual útil para execução de tarefas. (BRASILIA, 2006, p. 16).

Ainda, relacionado à educação e deficiências visuais, Brasília (2006, p. 16), ao tratar da inclusão do aluno com baixa visão no ensino regular, afirma que “pessoas com baixa visão, seu processo educativo se desenvolverá, principalmente, por meios visuais, ainda que com a utilização de recursos específicos [para casos de cegueira]. O processo de aprendizagem se fará através dos sentidos remanescentes (tato, audição, olfato, paladar)”. Na atividade descrita e proposta, foram explorados mais significativamente o tato e a audição, respeitando os tempos e as necessidades de cada estudante que realizou inferências, a significação do conhecimento, leituras próprias e de forma diferente, dando sentido ao que foi apresentado pela leitura tátil da célula. O propósito da atividade girou em torno de trazer para o aluno deficiente visual uma experiência similar a de um aluno vidente, que observou a imagem da célula no livro.

Cabe destacar que, inicialmente, a atividade seria realizada com cartolina e diferentes tipos de tecidos para simular diferentes tipos de texturas das organelas presentes em uma célula vegetal.



Entretanto, através de observações e pesquisas percebeu-se que utilizar esses materiais não traria grande impacto, pois seria como uma transcrição de imagem como é o braille. Após descartar essa ideia de produzir a célula com cartolina e tecidos, tivemos outras como a de montar uma célula animal feita de biscuit, EVA, isopor, argila e alfinetes. No entanto, por falta de experiência de manuseio do biscuit o que resultaria na imprecisão da reprodução das organelas, optamos pela impressão 3D. Com base em algumas pesquisas, descobrimos que a impressão 3D é utilizada em várias áreas até mesmo para construção de próteses de baixo custo (valor menor que as próteses convencionais). Mas, para imprimir algo em 3D é necessário possuir um modelo em 3D o que foi possível viabilizar com base em um site⁴ que possui vários arquivos disponíveis e que funciona como um banco de modelos 3D, um repositório aberto e de domínio público. Nesse site encontramos vários modelos de células animais e vegetais, inicialmente procurou-se células animais. Em seguida, fomos em busca de um laboratório de fabricação (FABlab) e encontramos um FABlab na Universidade La Salle (Canoas/RS) - rico em materiais para produção de diversos modelos 3D ou em corte a laser. Após uma conversa com o técnico do laboratório resolvemos imprimir a célula animal, que ficou parcialmente pronta no dia seguinte, mas devido a algumas falhas da máquina, verificamos que a célula ficou em um tamanho muito pequeno para que fosse possível distinguir as organelas através do tato. Assim, foi necessário pesquisar mais modelos para que um se encaixasse no que se fazia necessário à atividade proposta. Partimos então para a confecção de uma célula vegetal visto que as organelas se encontravam separadas no modelo 3D, diferentemente da célula animal do modelo anterior, em que as organelas estavam anexadas na célula.

4. Site disponível em: <http://www.thingiverse.com/thing:3409021> Acesso em: 30 abr. 2019.

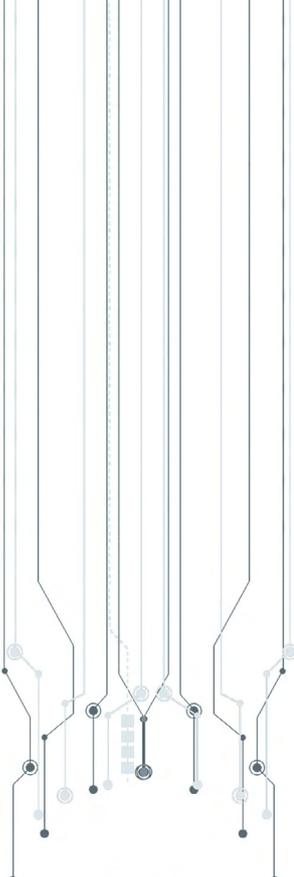
As peças foram produzidas numa impressora 3D, tendo como matéria prima o material PLA, que é um tipo de polímero biodegradável. A impressão se dá a partir de um modelo 3D desenhado em *software* que é programado para ser executado pela máquina. A base da célula foi feita de MDF cortado numa máquina de corte a laser. Nesse processo é feito o desenho da peça num *software* gráfico 2D, o desenho é então programado no *software* da máquina para ser cortado no material desejado. Tendo em mãos a célula pronta utilizamos o velcro adesivo para colar na base da célula e outra parte colada na base das organelas, podendo assim fixar a distribuição das organelas na célula vegetal. Outro material utilizado foi uma planilha produzida através de corte a laser onde foi possível fixar mais alguns pedaços de velcro e também o nome das organelas em braille. Assim o aluno pôde fazer uma associação entre a posição que se encontravam as estruturas celulares e os nomes dessas estruturas. Segue abaixo a imagem da célula construída e do material disponibilizado.

Imagens - Célula e suas organelas / Planilha com os nomes em Braille



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Depois dessa organização inicial, o material foi levado à ONG onde foi possível aplicar as questões antes da atividade e logo após



individualmente com cada aluno. O pesquisador auxiliou cada estudante demonstrando a posição e o nome de cada organela presente na célula, retirando, em sequência, cada organela para que o aluno pudesse tateá-la individualmente. Finalizado o reconhecimento das estruturas com os alunos foi passado novamente a célula para cada estudante, mas, nesse momento, solicitando que lessem o nome de cada organela em braille. Assim, puderam encontrar o nome na célula e associar ao nome da organela. Para os alunos que não sabiam ler o braille foi somente solicitado que mostrassem para o pesquisador onde estava cada organela oralmente. Somente com essa atividade foi possível incluir todos na atividade e perceber que os estudantes aprenderam rapidamente o nome das organelas e onde elas se localizavam na célula. Mesmo assim, para revisar o conhecimento adquirido e se realmente ocorreu a significação do conhecimento, após a aplicação foram retomadas as mesmas perguntas realizadas antes da aplicação da atividade. Dessa forma, foi possível compreender e relacionar o grau de conhecimento de cada estudante, juntamente com o seu grau de deficiência visual. As questões lançadas foram as seguintes: Q1 - Você reconhece as estruturas celulares? Q2 - Você sabe onde o núcleo da célula se localiza? Q3 - Você sabe descrever o formato de uma mitocôndria? Q4 - Você sabe descrever o formato de um vacúolo e diferenciar o formato deles? Desse modo, na próxima seção descrevemos e interpretamos os resultados dessa pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da aplicação das questões, obtivemos os seguintes dados que estão ilustrados na tabela 1, a qual se refere às questões realizadas antes da aplicação da aula.

Tabela 1 – Respostas às perguntas realizadas antes da aula

Aluno	Q1	Q2	Q3	Q4	Grau de deficiência
A1	Conhecimento parcial	Conhece	Desconhece	Desconhece	Cegueira adquirida
A2	Desconhece	Conhece	Desconhece	Desconhece	Baixa visão
A3	Conhecimento parcial	Desconhece	Desconhece	Desconhece	Cegueira congênita
A4	Conhece	Conhece	Conhecimento parcial	Desconhece	Cegueira congênita
A5	Conhecimento parcial	Conhece	Conhecimento parcial	Desconhece	Baixa visão
A6	Conhecimento parcial	Conhece	Desconhece	Desconhece	Cegueira adquirida
A7	Conhecimento parcial	Conhece	Conhecimento parcial	Desconhece	Baixa visão
A8	Conhecimento parcial	Desconhece	Desconhece	Desconhece	Baixa visão
A9	Desconhece	Conhece	Conhecimento parcial	Desconhece	Cegueira adquirida

Fonte: Elaborado pelos autores (2019). "A" corresponde a Alunos e "Q" corresponde a Questão.

Posteriormente, observamos e comparamos as respostas. Percebemos que os estudantes em uma média geral possuíam um grau de conhecimento parcial quando se tratava de questões mais abrangentes sobre a célula e um baixo conhecimento para questões específicas de organelas. Isso pode estar relacionado à falta de contato com materiais especializados que estimulem os sentidos com o tato, por exemplo. Segundo Canto (2019, p. 22),

Dentre os sentidos, o tato é o que mais possibilita a aquisição de informações, pois permite o aprimoramento das percepções e a organização mental dos objetos que lhe são apresentados. A educação do deficiente visual é totalmente dependente de um atendimento especializado, para poder suprir as necessidades especiais inerentes à falta de visão e assegurar o ensino formal deste aluno.

Para que possamos intervir na realidade, percebemos, inicialmente, que os estudantes ficaram um pouco nervosos com o questionário antes da aplicação, entretanto, foi explicado calmamente que as perguntas poderiam ser respondidas ou não e em caso de desconhecimento ou alguma limitação poderíamos auxiliá-los no trabalho. Após essa explicação, foi possível perceber que se sentiram mais à vontade e confiantes para dizer quando não sabiam e se manifestarem. A atividade foi aplicada individualmente para facilitar o auxílio em localizar e nomear as organelas, enquanto os demais alunos aguardavam em silêncio sua vez para realizar a atividade. Com base nas revisões bibliográficas feitas, nenhum estudo havia aplicado atividades de Ciências com objetos tridimensionais para alunos cegos, o que nos impossibilitou de fazer comparações entre os resultados aqui apresentados com outros autores.

A seguir, podemos observar a tabela 2 com as respostas dos estudantes após a aplicação da atividade.

Tabela 2 – Respostas dos estudantes após a aplicação da atividade

Aluno	Q1	Q2	Q3	Q4	Grau de deficiência
A1	Conhece	Conhece	Conhece	Conhecimento parcial	Cegueira adquirida
A2	Conhece	Conhece	Conhece	Conhecimento parcial	Baixa visão
A3	Conhece	Conhece	Conhece	Conhece	Cegueira congênita
A4	Conhece	Conhece	Conhece	Conhecimento parcial	Cegueira congênita
A5	Conhece	Conhece	Conhecimento parcial	Conhecimento parcial	Baixa visão
A6	Conhece	Conhece	Conhece	Conhece	Cegueira adquirida
A7	Conhecimento parcial	Conhece	Conhece	Conhece	Baixa visão

A8	Conhece	Conhece	Conhece	Conhece	Baixa visão
A9	Conhece	Conhece	Conhece	Conhece	Cegueira adquirida

Fonte: Elaborado pelos autores (2019). “A” corresponde a Alunos e “Q” corresponde a Questão.

Após a aplicação da atividade foi considerável o aumento do grau de conhecimento dos estudantes, levando em consideração a grande quantidade de respostas corretas e parcialmente corretas, demonstrando uma maior significação do conhecimento sobre as organelas e estruturas gerais da célula vegetal. Foi possível perceber uma grande facilidade de memorização dos nomes e posições das organelas quando foi feito o questionamento pela segunda vez, visto que os alunos conseguiram fazer a leitura desse mundo celular e responderam na grande maioria com clareza sobre o conteúdo que estavam falando.

Com relação à questão 4, notamos a incidência de “Conhecimento parcial” após a aplicação por conta da descrição errônea do formato do cloroplasto, descrevendo-o como uma estrutura arredondada. Entretanto, com relação ao tamanho da referida questão, todos souberam descrever que o vacúolo possui tamanho maior que o cloroplasto. As questões 3 e 4 foram utilizadas para mensurar quais eram as inter-relações de espaço, estrutura e tamanho que as organelas se encontram no interior da célula. A questão 3 possui um foco maior para o formato das organelas, com isso, foi possível identificar o que os alunos imaginavam e projetavam sobre dimensão de cada organela. No entanto, as questões 1 e 2 serviram para identificar os conhecimentos gerais que os estudantes tinham sobre as organelas e estruturas celulares como: a posição em que o núcleo se encontra na célula e alguns nomes das organelas presentes no interior celular. Com base nas questões 1 e 2 é possível inferir que os alunos tinham “Conhecimento

parcial” antes da aplicação, conhecimento este que foi descrito como parcial porque sabiam dizer o nome de algumas estruturas e tinham dúvidas sobre onde se encontrava o núcleo da célula.

Com relação à dificuldade de aplicação, só houve dificuldade por parte do pesquisador porque não teve a oportunidade de trabalhar com alunos cegos antes dessa atividade. Por conta disso, teve dificuldades por não saber o jeito correto para sinalizar onde estavam as organelas no interior da célula. Para solucionar essa limitação, o pesquisador pegou a mão do estudante delicadamente e mostrou cada organela dizendo o nome dela e conversando sobre como se parecia o formato delas, fazendo relações e links entre a organela e os formatos encontrados no cotidiano como, por exemplo, a mitocôndria aparentar o formato de um feijão. Outras pesquisas sobre aplicação de atividades de ensino de Ciências para alunos cegos não deixaram explícitas as dificuldades na aplicação. Da parte dos estudantes não foi possível perceber dificuldades durante a aplicação da atividade, pois, como citado anteriormente, o pesquisador explicava cada organela levando o aluno a tocar a organela em questão, o que impedia dúvidas no ato de tocar a superfície da estrutura celular, bem como outras dificuldades de explorar, descobrir, saber onde estavam as organelas ou sobre o que se tratava a atividade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas respostas obtidas das perguntas antes da aplicação da atividade pode-se perceber que os alunos possuíam baixo nível de conhecimento sobre as organelas e estruturas celulares. Para ilustrar melhor o antes e o depois da atividade desenvolvida, apresentamos abaixo como forma de transposição comparativa das tabelas (1 e 2), em gráficos expressos por porcentagem.

Será que a pouca compreensão e significação do conhecimento se deve à falta de acessibilidade a materiais tridimensionais que proporcionam a experiência tátil? Por meio dessa tecnologia o estudante conseguiria formar a imagem mental das organelas e da célula como um todo? Tudo indica que essa imagem mental não pode ser construída somente com aulas orais. Seria muito difícil inclusive para os videntes montar uma imagem sem vê-la, somente com explicações orais do formato da célula e das organelas. A explicação oral serve quando não há possibilidades de trazer algo palpável para o estudante, mas não podemos esquecer de ensinar a compreensão e a significação do conhecimento para o deficiente visual.

A experiência realizada com essa tecnologia assistiva proporcionou que cada estudante montasse a sua própria célula, sem um padrão de formato ou organização das organelas. Após ter sido realizada a atividade, concluímos que os estudantes conseguiram significar o conhecimento do conteúdo analisado. Portanto, é fácil perceber que o impacto de uma atividade tridimensional e experimental para estudantes com deficiência visual é extremamente necessário no campo das ciências biológicas. Ao final da atividade, também perguntamos para alguns alunos o que eles gostariam de experimentar ou manipular para facilitar a aprendizagem, ou o que enriqueceria as aulas para eles, e todos disseram que seria interessante materiais adaptados para o tato, pois, segundo eles, o tato é o modo como eles veem o mundo. “O processo inclusivo pode significar uma verdadeira revolução educacional e envolve o descortinar de uma escola eficiente, diferente, aberta, comunitária, solidária e democrática onde a multiplicidade leva-nos a ultrapassar o limite da integração e alcançar a inclusão”. (STOBAUS; MOSQUERA, 2004, p. 24).

Portanto, após os resultados, identificamos que objetos tridimensionais deveriam estar nos tópicos dos PCNs sobre materiais

inclusivos para deficientes visuais, assim essa experiência descrita aqui não se limitaria a atividades isoladas, mas seria no sentido de promover experiências e projetos interdisciplinares, por meio desses materiais nas escolas regulares. Tudo indica que propostas práticas em relação à diversidade e à inclusão escolar são necessárias, pois contemplam formações diferenciadas e experiências de ensino, que despertam o acesso ao conhecimento dos estudantes que precisam compreender a célula e fazer a leitura dessa unidade da vida, especialmente como forma de incluir os estudantes de baixa visão em futuros estudos e práticas inclusivas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. *Portaria Nº 3.128, de 24 de dezembro de 2008*. Define que as Redes Estaduais de Atenção à Pessoa com Deficiência Visual sejam compostas por ações na atenção básica e Serviços de Reabilitação. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Ministério da Saúde, Brasília, 2008.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC/SEF, 1999.

BÁFICA, Ana Paula Souza. Educação inclusiva: uma análise sobre inclusão escolar. *Revista espaço acadêmico*, n. 128, p. 93-101, jan. 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/14518>> Acesso em: 06 out. 2017.

BRASILIA, Claudia Pereira Dutra. *Saberes e práticas da inclusão: desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais especiais de alunos cegos e de alunos com baixa visão*. 2. ed. Secretaria de Educação Especial. Brasília: MEC, 2006. 208 p. (Saberes e práticas da inclusão).

CANTO, Maria Guadalupe Couto do. *“Na ponta dos dedos”: Conhecendo o corpo humano sob o olhar sensível dos deficientes visuais*. 2019. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática) - Universidade Franciscana, Santa Maria, 2019.

CARVALHO, Carla E. O.; HABOWSKI, Adilson C.; CONTE, Elaine. A inclusão digital de crianças com múltiplas deficiências na escola. *Revista Linhas*, Florianópolis, v. 20, n. 42, p. 153-176, jan./abr. 2019. Disponível em: <<http://revistas.udesc.br/index.php/linhas/article/view/1984723820422019153/pdf>> Acesso em: 25 jul. 2019.

CASTRO, Helena C.; MARINHO, Lourena; NERI, Eloah C. L.; MARIANI, Ruth; DELOU, Cristina M. C. Ensino Inclusivo: um breve olhar sobre a educação inclusiva, a cegueira, os recursos didáticos e a área de biologia. *Revista Práxis*, ano VII, n. 13, p. 61-76, jan. 2015.

FREITAS NETO, Monique; AGUM, Fernanda Serafim; FREITAS NETO, Michelle Maria. *Construção de um Modelo Tátil como Ferramenta de Ensino-Aprendizagem das Leis de Mendel. Anais... IV CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO*, João Pessoa, Paraíba: Conedu, 2017. 6p.

JACOMELI, Renan Bezerra. Inclusão de estudantes com necessidades especiais na escola regular. *Brasil escola*. Meu artigo Educação. [on-line]. Disponível em: <<http://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/educacao/a-inclusao-alunos-com-necessidades-especiais-no-ensino-regular.htm>> Acesso em: 16 ago. 2017.

NUNES, Sylvia; LOMONACO, José Fernando Bitencourt. O aluno cego: preconceitos e potencialidades. *Psicol. Esc. Educ.*, Campinas, v. 14, n. 1, p. 55-64, June 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-85572010000100006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 19 mar. 2019.

PAULINO, Ana Laura de Souza; VAZ, José Maurílio Calixto; BAZON, Fernanda V. Mafra. Materiais Adaptados para Ensino de Biologia como Recursos de Inclusão de Alunos com Deficiência Visual. *Anais... VII Encontro da Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação Especial*. Londrina, 2011. p. 672-682.

PIAGET, Jean. *A formação do símbolo na criança, imitação, jogo, sonho, imagem e representação de jogo*. São Paulo: Zanhar, 1971.

RIZZO, Gilda. *Jogos inteligentes: a construção do raciocínio na escola*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

SASSAKI, Romeu Kazumi. *Inclusão: construindo uma sociedade para todos*. Rio de Janeiro: Editora Wva, 2003.

SILVA, Tatiane Santos; LANDIM, Myrna Friederichs; SOUZA, Verônica dos Reis Mariano. 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, v. 13, n. 1, p. 32-47, 2014.

STOBAUS, Claus Dieter, MOSQUERA, Juan José Mourifio (Orgs.). *Educação Especial: Em direção à educação inclusiva*. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

TERENCE, Ana Cláudia Fernandes; FILHO, Edmundo Escrivão. Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais. *Anais... XXVI ENEGEP*, Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006. p. 1-9.

UNESCO. *Declaração de Salamanca e enquadramento da ação na área das necessidades educativas especiais*. Procedimentos - Padrões das Nações Unidas para a Igualização de Oportunidades para Pessoas Portadoras de Deficiências, A/RES/48/96, Resolução das Nações Unidas adotada em Assembleia Geral. Portal do MEC, 1994.

