

Da membrana plasmática à inclusão: Uma estratégia didática desenvolvida para o ensino acessível de Física e Biofísica

From the plasma membrane to inclusion: A pedagogical strategy developed for accessible physics and biophysical education

De la membrana plasmática a la inclusión: Una estrategia didáctica desarrollada para la docencia accesible de Física y Biofísica

Brenda Almeida Lima (brenda.almeidalima@outlook.com)
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-3253-8043>

Ingrid Borges Rocha (ingridrocha@unifesspa.edu.br)
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
<https://orcid.org/0009-0007-7420-3643>

Aline Correa de Carvalho (aline.correa@unifesspa.edu.br)
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-1519-6942>

Letícia Dias Lima Jedlicka (leticia.dias@unifesspa.edu.br)
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-3599-7483>

Resumo

O ensino de física e biofísica apresenta desafios no que diz respeito ao envolvimento dos alunos e à compreensão de conceitos abstratos. No contexto da educação especial e inclusiva, a prática docente vai além dos métodos tradicionais, exigindo empatia e uma verdadeira inclusão dos alunos na sala de aula. Este artigo apresenta uma proposta didática desenvolvida por estudantes do curso de Ciências Biológicas, durante a disciplina de Biofísica, demonstrando a viabilidade de incluir alunos com deficiência visual em atividades práticas que abordam conteúdos de física. Essa abordagem utiliza materiais de baixo custo e fácil acesso, permitindo que os alunos construam seu conhecimento de forma efetiva. A avaliação dos alunos foi positiva frente a metodologia apresentada.

Palavras-chave: Educação Especial; Inclusão; Atividades Práticas; Discapacidade Visual.

Abstract

Teaching physics and biophysics poses challenges, whether it's maintaining students' focus or the level of abstraction required for certain concepts. However, when it comes to special and inclusive education, this teaching practice demands more than just chalk and blackboard. It requires not only special preparation and attention but also empathy and genuine inclusion of these students in the classroom. This article presents a didactic proposal developed by undergraduate students in Biological Sciences during the

BioPhysics course. It demonstrates that it is possible to include visually impaired students in practical activities addressing physics content, enabling them to construct their knowledge using low-cost and readily available materials. The students' evaluation was positive regarding the methodology presented.

Keywords: Special Education; Inclusion; Practical Activities; Visual Impairment.

Resumen

La enseñanza de la física y biofísica plantea desafíos, ya sea mantener la atención de los alumnos o la capacidad de abstracción requerida en algunos conceptos. Pero cuando se trata de educación especial e inclusiva, esta práctica docente exige más que tiza y pizarra. Requiere no solo una preparación especial y atención diferenciada, sino también empatía y una inclusión real de estos estudiantes en el aula. Este artículo presenta una propuesta didáctica desarrollada por estudiantes universitarios de Ciencias Biológicas durante el curso de Biofísica. Demuestra que es posible incluir a estudiantes con discapacidad visual en actividades prácticas que abordan contenido de física, permitiéndoles construir su conocimiento utilizando materiales de bajo costo y fácil disponibilidad. La evaluación de los estudiantes fue positiva respecto a la metodología presentada.

Palabras-clave: Educación Especial; Inclusión; Actividades Prácticas; Discapacidad Visual.

INTRODUÇÃO

A inclusão de alunos especiais no ambiente educacional é um tema de extrema importância e relevância. No contexto da Educação Especial, é fundamental discutir estratégias e abordagens que promovam a inclusão de forma efetiva. Segundo Silva *et al.* (2015), a inclusão é um processo que busca garantir a participação plena e igualitária de todos os alunos, independentemente de suas diferenças e necessidades (Maciel, 2000). A diversidade pode ser compreendida por várias subdivisões como de gênero, de etnia, de raça, diferenças físicas e até de capacidade (Amorim, 2020). Entre as características que nos distinguem, as deficiências assumem um papel importante, abrangendo uma gama de condições que impactam a interação do indivíduo com o ambiente. Deficiências físicas, motoras, auditivas, visuais, intelectuais e psicossociais compõem esse mosaico, evidenciando a necessidade de uma educação cada vez mais inclusiva e personalizada (Silva, 2022).

No campo da visão, por exemplo, encontramos a baixa visão, caracterizada pela acuidade visual inferior a 20/200 no melhor olho, mesmo com a melhor correção óptica,

ou por um campo visual inferior a 20 graus (Ministério da Saúde, 2008). Essa condição exige atenção especial, com adaptações como materiais em Braille, softwares de leitura de tela, recursos visuais acessíveis e audiodescrição, a fim de garantir que os alunos com baixa visão possam explorar todo o seu potencial (Godoy *et al.*, 2022).

O ensino tradicional de Biofísica, com ênfase em recursos visuais como diagramas, gráficos, imagens e vídeos, apresenta desafios consideráveis para alunos com deficiência visual. A falta de acesso à informação visual pode dificultar a compreensão dos conceitos abstratos e complexos da Biofísica, limitando o aprendizado e o potencial desses alunos (Santos; Carvalho; Oliveira, 2022). Da mesma forma, encontra-se desafios como estes também no ensino de física (Paula *et al.*, 2021).

A deficiência visual é o foco deste trabalho e é definida como uma limitação no campo visual. Nela tem-se a baixa visão ou visão subnormal, a cegueira e a visão monocular; a pessoa com baixa visão é aquela que apresenta uma percepção luminosa, desde que tal percepção não impeça prejudicando o seu desempenho, já a cegueira, o indivíduo é considerado como cego total como quando apresenta a ausência total da visão, ou seja, quando não possui percepção luminosa e a visão monocular é quando o indivíduo apresenta a percepção somente de um olho. Este artigo tem como objetivo explorar a inclusão de alunos com baixa visão, focando nos desafios enfrentados por esses estudantes e nas estratégias pedagógicas que podem ser adotadas para garantir sua participação ativa e o acesso ao conhecimento. Conforme apontado por Souza (2020), a inclusão de alunos com deficiência visual tem sido uma preocupação crescente nas políticas educacionais e requer uma abordagem diferenciada e adaptada às suas necessidades específicas. Além de relatar uma experiência de aplicação de metodologia de ensino inclusiva na disciplina de Biofísica, com foco na participação ativa e no aprendizado eficaz de alunos com baixa visão. Para apresentar o problema podemos destacar que o conhecimento da Biofísica é fundamental para a formação de profissionais nas áreas de saúde, biologia e física, pois permite uma compreensão mais profunda dos processos biológicos e das tecnologias biomédicas. É uma das principais dificuldades para o ensino de Biofísica a alunos com deficiência visual reside na natureza altamente visual da disciplina.

A educação inclusiva é de fundamental importância não só para o ensino, mas também para o aprendizado do estudante com deficiência, seja qual for a deficiência, este processo exige um olhar do docente em construir ações pedagógicas que incluam este estudante em todas as atividades e avaliações da disciplina que está sendo ministrada (Souza; Miranda, 2020). A pessoa com deficiência, como qualquer ser humano, apresenta uma capacidade de aprendizado, mas necessita de ferramentas que facilitem o seu aprendizado. No caso das pessoas com deficiência são utilizadas várias ferramentas que irão compensar quando forem desenvolver alguma tarefa durante o seu cotidiano. Uma dessas ferramentas são as tecnologias assistivas; essas ferramentas são compreendidas como quaisquer recursos, desde equipamentos, dispositivos e até mesmo um produto que permita a sua melhor autonomia e participação com a sociedade. Logo o termo tecnologia assistiva refere-se aos serviços ou recursos utilizados pelas pessoas com deficiências, que tem a finalidade de eliminar barreiras aumentando e melhorando o seu desenvolvimento. Como tecnologias pode-se citar o uso de recursos como equipamento e até mesmo produtos, quando nos retratamos as pessoas com deficiência visual podem ser utilizados os recursos de áudio descrição, softwares, sistema braile e os modelos tridimensionais. O sistema braile é um sistema em relevo que permite ao deficiente realizar tanto a escrita, quanto a leitura de textos, já os softwares são leitores de telas que permite a realização da leitura através do áudio. Já os modelos tridimensionais que é o foco deste trabalho permite que o deficiente visual, através do tato consiga identificar e compreender os formatos e as estruturas dos conteúdos imagéticos. Como sabemos que não só a biologia, mas também a biofísica faz uso de gráficos, esquemas e imagens, além de conteúdos microscópios, para as pessoas com deficiência visual isto pode representar uma barreira no seu aprendizado (Oliveira et al, 2019). No que se refere ao conteúdo da bomba de sódio e potássio, essas barreiras podem ser eliminadas através da construção de metodologias de aprendizado como a produção de um modelo tridimensional evidenciando o seu funcionamento, além de se ilustrar o seu formato para que de fato as pessoas com deficiência visual consigam compreender de fato esse conteúdo.

EDUCAÇÃO ESPECIAL COM FOCO NA INCLUSÃO

A segunda parte deste artigo abordará a Educação Especial com foco na inclusão de alunos com baixa visão. Serão explorados os desafios enfrentados por esses alunos no contexto educacional, assim como as estratégias e adaptações necessárias para promover uma aprendizagem inclusiva e significativa. Ademais, é importante a utilização de estratégias pedagógicas que despertem o interesse do discente (Felber; Krause e Venquiaruto, 2018).

DESAFIOS DA INCLUSÃO DE ALUNOS COM BAIXA VISÃO

Os alunos com baixa visão enfrentam diversos desafios no ambiente escolar regular. A dificuldade de acesso a informações visuais pode afetar diretamente seu desempenho acadêmico e sua interação com os colegas. É essencial reconhecer e superar esses desafios, garantindo que os alunos com baixa visão tenham igualdade de oportunidades e acesso ao currículo. De acordo com Oliveira *et al.* (2019), um dos desafios enfrentados pelos alunos com baixa visão é a dificuldade de leitura e escrita. A limitação na acuidade visual pode tornar o texto tradicional pouco legível, tornando necessário o uso de recursos e estratégias específicas. O desenvolvimento de materiais adaptados, como livros em Braille é fundamental para promover a participação plena desses alunos no processo educacional.

Além disso, a interação dos alunos com baixa visão com o ambiente escolar também pode ser afetada. Segundo Silva *et al.* (2022), é importante criar um ambiente acessível e inclusivo, garantindo adaptações físicas e tecnológicas adequadas, como a disponibilização de materiais em formatos ampliados e o uso de dispositivos de ampliação visual. Isso proporcionará aos alunos com baixa visão a oportunidade de explorar e interagir com o espaço escolar de forma independente.

A colaboração entre professores e profissionais de apoio também é essencial no processo de inclusão. A equipe multidisciplinar deve trabalhar em conjunto para identificar as necessidades individuais dos alunos com baixa visão e implementar estratégias de ensino adequadas. Isso inclui o uso de recursos audiovisuais, técnicas de ensino diferenciadas e apoio individualizado, conforme enfatizado por Souza e Miranda (2020).

Em suma, a inclusão de alunos com baixa visão no contexto educacional requer um comprometimento conjunto de educadores, profissionais de apoio e da escola como um todo. É necessário adotar estratégias pedagógicas inclusivas, promover adaptações e disponibilizar recursos específicos para garantir que esses alunos tenham igualdade de oportunidades e acesso ao conhecimento. Ao fazer isso, estaremos construindo um ambiente educacional mais inclusivo e proporcionando oportunidades de aprendizagem significativas para todos os alunos, independentemente de suas habilidades visuais.

ASPECTOS BIOLÓGICOS E FUNCIONAIS DA VISÃO

A visão é um importante meio de extrair informações do ambiente e tem sido utilizada como indicador biológico do estado de preservação do sistema nervoso. Em humanos, as áreas visuais ocupam cerca de 40% do córtex, com mais de uma dúzia de áreas visuais já identificadas, evidenciando sua importância (Kalaniti; Malach, 2004).

O olho, órgão receptor da visão, desempenha a função de captar a informação luminosa e transformá-la em impulsos elétricos a serem decodificados pelo sistema nervoso (Bicas, 2004). Suas estruturas possuem papéis importantes e específicos na transformação do estímulo luminoso em informação bioelétrica, sendo a retina a primeira estrutura a processar essa informação (Bicas, 2004). A projeção das informações do olho para o cérebro está organizada em vias paralelas, e as fibras do trato óptico são responsáveis por distribuir essas informações para diferentes áreas subcorticais, como o núcleo supraquiasmático e o núcleo geniculado lateral (Wassle, 2004). Essas áreas têm diferentes funções na captação e processamento da informação visual proveniente dos diferentes tipos de células da retina (Wassle, 2004). É após a organização dessas informações que somos capazes de "ver" os objetos. A retina é dividida histologicamente em 10 camadas, que se distribuem da mais externa para a mais interna na seguinte ordem: epitélio pigmentar, membrana limitante externa, camada de fotorreceptores, membrana limitante interna, camada nuclear externa, camada plexiforme externa, camada nuclear interna, camada plexiforme interna, camada de células ganglionares e fibras do nervo óptico (Kolb, 2003).

A camada de fotorreceptores é constituída pelos segmentos internos e externos dos cones e bastonetes. Essas células, diferenciáveis morfológicamente e fisiologicamente,

são responsáveis por captar os fótons e converter a energia em potencial elétrico de membrana por meio do processo de fototransdução (Masland, 2001). Na presença de luz, os fotorreceptores hiperpolarizam e diminuem a liberação de neurotransmissor glutamato na fenda sináptica. As células bipolares ON apresentam receptores metabotrópicos de glutamato que, por meio de segundos mensageiros, controlam a abertura de canais de K⁺. A menor ativação desse receptor na presença de luz devido à diminuição do neurotransmissor na fenda sináptica faz com que as células bipolares ON despolarizem devido à diminuição da saída de K⁺ intracelular (Vardi *et al.*, 2000).

INCLUSÃO DE ALUNOS COM BAIXA VISÃO NO ENSINO UNIVERSITÁRIO

A deficiência visual, caracterizada pelo comprometimento total (cegueira) ou pela redução da capacidade visual de forma definitiva (baixa visão), apresenta desafios significativos no contexto educacional, especialmente no ensino universitário. A baixa visão afeta a acuidade visual, interferindo na percepção e interpretação das informações visuais. No ensino universitário, os alunos com baixa visão enfrentam obstáculos adicionais devido à complexidade das matérias, à quantidade de leitura exigida e às atividades práticas. Embora o uso de óculos possa proporcionar alguma melhoria na acuidade visual, muitas vezes não é suficiente para corrigir completamente a deficiência visual (Parnof, 2010).

No entanto, é importante ressaltar que os alunos com baixa visão têm potencialidades e habilidades que podem ser desenvolvidas e aproveitadas. A educação inclusiva desempenha um papel fundamental na promoção da igualdade de oportunidades e na garantia de acesso aos recursos didáticos e metodologias adequadas (Parnof, 2010). No contexto universitário, é essencial que sejam adotadas abordagens metodológicas e recursos didáticos que considerem as necessidades específicas dos alunos com baixa visão. Estratégias como o uso de materiais adaptados, textos ampliados, recursos tecnológicos e técnicas de ensino diferenciadas podem proporcionar uma experiência educacional mais inclusiva e acessível (Parnof, 2010).

A literatura científica tem explorado as potencialidades e limitações dessas abordagens e recursos didáticos na inclusão de alunos com baixa visão nas práticas

pedagógicas. Estudos têm investigado a eficácia de tecnologias assistivas, como softwares de leitura e ampliação de texto, dispositivos de imagem e recursos de acessibilidade digital, no apoio ao processo de aprendizagem desses alunos (Parnof, 2010). Ao considerar a inclusão de alunos com baixa visão no ensino universitário, é fundamental que sejam implementadas políticas e práticas educacionais inclusivas, que valorizem a diversidade e proporcionem igualdade de oportunidades. A formação adequada dos professores e a conscientização de toda a comunidade acadêmica são aspectos essenciais para garantir a inclusão efetiva desses alunos (Parnof, 2010).

METODOLOGIA/ CONTEXTO DE DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO

Os discentes foram divididos em equipes e cada uma delas recebeu um desafio: criar um vídeo sobre um tema específico. As diferentes estações foram cuidadosamente planejadas para oferecer uma gama de recursos e atividades que auxiliassem as equipes na criação do vídeo. As estações incluíram: Pesquisa e Conteúdo: acesso a livros, artigos, vídeos, entre outros; Roteiro e Estrutura: ferramentas para auxiliar na criação do roteiro, storyboard e organização do conteúdo. Filmagem e Edição: acesso a câmeras, softwares de edição de vídeo, tutoriais e workshops. Apresentação e Divulgação: ferramentas para criação de apresentações e estratégias de divulgação do vídeo. As equipes rotacionaram pelas diferentes estações em intervalos regulares, permitindo que explorassem as diversas atividades e recursos disponíveis. A interação entre os membros da equipe era fundamental para o sucesso da atividade, tanto durante a rotação pelas estações quanto na produção do vídeo.

Uma das abordagens ativas utilizadas é a Cultura Maker, inspirada pelo conceito "Do It Yourself" (DIY - Faça você mesmo) aplicado em diferentes contextos. No âmbito educacional, a Cultura Maker empodera os estudantes, despertando suas habilidades para construir e transformar objetos, produtos e projetos, utilizando uma ampla variedade de materiais e recursos disponíveis (Meira; Ribeiro, 2016). Essa abordagem busca estimular a criatividade, a imaginação e a autonomia dos alunos, promovendo a construção do conhecimento de forma prática e envolvente. A cultura *maker* permeou toda a atividade, incentivando a experimentação, a criatividade e a resolução de problemas de forma

autônoma. Neste sentido, as equipes foram incentivadas a buscar soluções inovadoras para os desafios. Além de utilizar diferentes ferramentas e materiais. Colaborar entre si e compartilhar conhecimentos e aprender com os erros e aprimorar suas habilidades.

No contexto deste estudo, as metodologias ativas de aprendizagem foram aplicadas como método avaliativo na disciplina de Biofísica para os alunos do 6º período do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA). O Plano de Ensino-Aprendizagem elaborado e conduzido pela docente responsável pela disciplina propôs uma avaliação diversificada, compreendendo diferentes formas e momentos de avaliação, tais como avaliação teórica, avaliação prática, trabalhos escritos (resumos) e seminários. A Figura 1 mostra um diagrama da atividade proposta. Este diagrama ilustra as diferentes etapas da atividade adotada desde a apresentação da proposta aos discentes até a avaliação dos trabalhos pelos docentes.

O fluxograma da Figura 1 fornece uma visão geral das diferentes etapas da atividade solicitada, levando sempre em consideração o caráter inclusivo do trabalho. No caso específico dos seminários, os alunos foram organizados em equipes previamente formadas, e cada grupo sorteou um subtópico relacionado à membrana plasmática e mecanismos de transporte. A tarefa atribuída a cada equipe consistiu em produzir um vídeo em formato mp4 com duração de 15 minutos, abordando o subtópico designado. A primeira etapa desse trabalho envolveu a elaboração de uma apresentação, utilizando o software PowerPoint, sobre o transporte ativo, contemplando aspectos como transporte primário, transporte secundário, importância e aplicação dos transportes, além de abordar temas específicos como a bomba de sódio (Na^+) e potássio (K^+), a bomba de cálcio (Ca^{++}), o co-transporte e o contra transporte.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024.

Figura 1: Fluxograma da atividade proposta.

Durante a produção do vídeo os alunos projetaram a apresentação em powerpoint na televisão e sentados em uma cadeira, foram realizando a apresentação dos tópicos anteriormente citados, conforme a Figura 2. No decorrer deste trabalho e no vídeo foi desenvolvido um modelo adaptado sobre a bomba de Na^+ e K^+ , para que uma discente com deficiência visual e integrante da equipe, conseguisse obter uma melhor compreensão do conteúdo que estava sendo desenvolvido. Na composição do modelo foram utilizados os seguintes materiais: macarrão de lasanha, grãos de milho e feijão preto e uma esponja de base de maquiagem, respectivamente. Deste modo, o macarrão de lasanha foi utilizado com o intuito de ilustrar a membrana plasmática, e as respectivas dobradiças do macarrão de lasanha, ficou por representar os fosfolipídios que são estruturas presentes na membrana plasmática. Os íons de Na^+ foram representados pelos grãos de milho, já os de K^+ pelos grãos de feijão preto, e a esponja de base de maquiagem representou a Adenosina Trifosfato (ATP).

A segunda etapa do trabalho consistiu na realização dos seminários, nos quais os grupos apresentaram os vídeos produzidos, abordando os subtópicos atribuídos. Essa abordagem permitiu que os alunos explorassem de forma mais dinâmica e interativa os conceitos relacionados à biofísica da membrana celular, além de promover o desenvolvimento de habilidades de comunicação e trabalho em equipe. Durante todo o processo, foram adotadas medidas para garantir a inclusão dos alunos com deficiência visual. Em conformidade com as diretrizes de acessibilidade, os materiais utilizados nas

apresentações foram adaptados para atender às necessidades específicas desses alunos. Foram fornecidas versões ampliadas dos slides, bem como disponibilizados recursos em braille, como resumos dos conteúdos abordados.

Além disso, a tecnologia assistiva desempenhou um papel fundamental na inclusão desses alunos. O uso de softwares de leitura de tela permitiu que eles tivessem acesso aos conteúdos apresentados nos slides e nos vídeos, garantindo a participação plena e a compreensão das informações transmitidas. A avaliação considerou diversos aspectos, como qualidade do conteúdo e da mensagem do vídeo, a criatividade e originalidade da produção. Assim como valorizou o trabalho em equipe e colaboração, bem como, a participação e engajamento na atividade.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores, 2024

Figura 2 – Materiais utilizados para montagem e aplicação do modelo didático da bomba de Na⁺ e K⁺.

É importante ressaltar que, embora essa metodologia tenha se mostrado eficaz no contexto específico deste estudo, é fundamental adaptá-la e personalizá-la de acordo com as características e necessidades dos alunos envolvidos. A inclusão de alunos com deficiência visual requer uma abordagem cuidadosa e individualizada, levando em consideração as melhores práticas e recomendações da literatura especializada. Para

avaliarmos o resultado da experiência de ensino aplicamos um questionário á discente com baixa visão e utilizamos a técnica de análise estatística qualitativa de conteúdo, com o objetivo de identificar e interpretar os principais temas presentes nas respostas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação da proposta didática ocorreu durante a disciplina biofísica, as quais a aluna participou regularmente das atividades junto com os seus colegas de classe, e como resultado tivemos o bom aproveitamento da discente com deficiência visual durante, não apenas neste conteúdo, mas em toda a disciplina e sua conseqüente aprovação, mostrando o impacto positivo das estratégias e das intervenções adotadas para apoiar a aprendizagem. Corroborando com os trabalhos De Vargas (2006) e Laplane e Batista (2008) que mostram a eficácia das práticas pedagógicas inclusivas adotadas no contexto educacional e destacam a importância da adaptação do currículo e do ambiente de aprendizagem para atender às necessidades individuais dos alunos com deficiência.

Ainda como resultado notou-se um aumento significativo no engajamento e participação da discente nas atividades da sala de aula. A aluna demonstrou estar mais incluída e confiante em sua capacidade de contribuir nas discussões a respeito do assunto. Como podemos observar ao ler a resposta da discente após a aplicação de questionário que avaliava o processo de aprendizagem: *“O trabalho em equipe se torna mais leve, e podemos sempre ajudarmos umas as outras durante o trabalho, até mesmo na preparação do trabalho, e também é bem mais dinâmico o trabalho em equipe”*.

Durante as aulas foi comum ouvir dos alunos comentários como: “É muito abstrato”, “É complicado” e “Não consigo entender”. Esses feedbacks dos discentes foram indicativos de uma dificuldade geral em compreender o conteúdo apresentado. Diante dessa situação, foi necessário repensar a abordagem pedagógica utilizada, buscando estratégias mais eficazes para tornar o conteúdo acessível e compreensível para todos os alunos. Sendo adotadas metodologias ativas de aprendizagem e trabalhos em equipe utilizando rotação por estações associado à cultura *maker* e utilização de modelos tridimensionais como descrito na seção 2. Essas adaptações contribuíram significativamente para superar as barreiras de aprendizagem e promover um ambiente inclusivo e acolhedor para todos os alunos. Os resultados positivos observados refletem

não apenas o compromisso com a igualdade de oportunidades, mas também a eficácia das práticas pedagógicas inclusivas em promover o sucesso acadêmico de todos os alunos, independentemente de suas habilidades ou limitações, o que está de acordo com os trabalhos de Silva (2022) e Da Silva e Anastácio (2022).

Foi notório o aumento da autoestima e autoconfiança da discente à medida que se tornava mais independente em seu aprendizado. Ela se sentiu valorizada e reconhecida por suas contribuições para a turma no momento da realização das atividades em grupo. O que pode ser comprovado após a leitura do questionário que avaliava o processo de criação do vídeo, e como os modelos tridimensionais facilitaram o aprendizado. *“O processo do vídeo se deu da seguinte forma: primeiramente dividimos as partes que cada integrante da equipe iria ficar responsável por apresentar, depois disto cada um realizou a pesquisa da sua parte para que fosse colocado nos slides, com os slides prontos nos reunimos na casa de uma das integrantes para gravarmos o vídeo”*. *“Os modelos tridimensionais facilitaram o meu aprendizado da seguinte maneira: com os modelos a compreensão dos conteúdos se tornavam mais fácil, pois poderia tocar nos modelos e visualizar através do tato como que era as estruturas, e qual eram os seus formatos, além de conseguir compreender melhor os processos que ocorriam naquelas estruturas que estava visualizando”*.

Na tabela 1 estão sumarizadas as principais respostas da discente após aplicação de questionário sobre o uso de modelos tridimensionais de fácil acesso no processo de aprendizagem. A disciplina Biofísica é parte do currículo do curso de Ciências Biológicas, porém os conteúdos ministrados nessa disciplina são predominantemente visuais, o que dificulta a compreensão por parte dos estudantes com deficiência visual. Com o aumento do ingresso desses alunos nas universidades, é essencial desenvolver metodologias eficazes que atendam às suas necessidades. Muitos desses docentes não possuem formação em educação inclusiva devido à ausência de disciplinas específicas em seus cursos de graduação e, por isso, precisam ter essa formação e estarem dispostos a buscar capacitação para superar essas dificuldades, proporcionando uma melhor experiência de aprendizado para esses alunos (Dias; Campos, 2013). Nesta disciplina, na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), foi possível observar a

inclusão de uma aluna com deficiência visual. As docentes responsáveis pela disciplina buscaram metodologias que incluíssem essa aluna, não apenas por meio da confecção de modelos adaptados, mas também por meio da acessibilidade dos conteúdos teóricos. Além disso, tanto as docentes quanto a aluna contaram com o auxílio do Núcleo de Acessibilidade da universidade (NAIA), que estava sempre disponível para fornecer o suporte necessário. Essa abordagem foi fundamental para o desempenho e a compreensão da aluna em relação aos conteúdos ministrados.

Tabela 1- Perguntas e respostas do questionário, e avaliação da metodologia de ensino-aprendizagem aplicado à discente.

PERGUNTA	RESPOSTA	AValiação DA METODOLOGIA
Como você descreveria sua experiência geral ao utilizar os modelos tridimensionais durante as aulas?	<i>“A utilização dos modelos tridimensionais durante as aulas são de grande importância, pois muitas vezes só escutar o conteúdo se torna um pouco deficiente pelo fato dos conteúdos ser bastante visuais, e os modelos me possibilitou perceber realmente como são as estruturas e os seus formatos, além de que através desses modelos se tornou mais fácil compreender de fato como que ocorre os processos dos conteúdos que estão sendo estudados na disciplina.</i>	Positiva
Houve alguma dificuldade ou desafio ao utilizar os modelos tridimensionais? Se sim, como você lidou com isso?	<i>“Não tive nenhuma dificuldade em utilizar os modelos, pois os modelos estavam bem dinâmicos e de fácil compreensão”.</i>	Positiva
Como você compararia sua experiência de aprendizagem com os modelos tridimensionais em	<i>“A minha experiência em relação ao ensino tradicional, quando comparado com o meu aprendizado realizando a utilização dos modelos é bem melhor, pois todos os conteúdos possuem muitas imagens, esquemas, e até mesmo</i>	Positiva

PERGUNTA	RESPOSTA	AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA
<p>relação às abordagens de ensino tradicional?</p>	<p><i>gráficos, que sendo feito somente com o ensino tradicional se torna um conteúdo muito abstrato; principalmente quando se trata-se das imagens. portanto quando se faz o uso de um modelo tridimensional, ou quando faz o uso de algum objeto que eu já conheço para ilustrar aquela imagem que está sendo passada é bem melhor. no ensino tradicional quando não se faz o uso dos modelos a parte teórica consigo compreender tranquilamente, mas quando é uma imagem para compreender completamente sem os modelos fica mais difícil a compreensão”</i></p>	

Fonte: Elaborada pelos próprios autores, 2024.

Portanto, as barreiras enfrentadas pelos alunos com deficiência no processo de ensino-aprendizagem, bem como a falta de acessibilidade, podem afetar diretamente seu desempenho acadêmico e sua formação profissional (Corrêa, 2014). Nesse sentido, é de suma importância a criação de ações de acessibilidade que incluam esses alunos durante as atividades e avaliações desenvolvidas pelos docentes, tanto em trabalhos individuais quanto em grupo.

Observou-se que o termo “modelos tridimensionais” foi frequentemente utilizado pela discente ao responder o questionário de avaliação, demonstrando a importância desta ferramenta no processo de aprendizado (Figura 3). Os modelos tridimensionais são recursos didáticos utilizados no atendimento aos alunos com deficiência visual no curso de Ciências Biológicas. Esses modelos são de grande relevância, pois proporcionam uma forma mais viável de auxiliar esses alunos, contribuindo para um melhor desenvolvimento de suas habilidades de aprendizado (Freitas et al., 2018).



Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2024

Figura 3 – Nuvem de palavras mostrando que o termo “modelo tridimensional” foi o mais citado no questionário de avaliação de aprendizagem.

Diante do exposto, é de extrema importância a utilização de metodologias inclusivas, como o uso de modelos adaptados, que ilustrem os conteúdos para os demais alunos. Considerando a natureza visual da disciplina de Biofísica, é necessário que os cursos de graduação ofereçam disciplinas relacionadas à educação inclusiva, e os professores, mesmo sem essa formação, busquem alternativas para lecionar a esses alunos. A superação das barreiras enfrentadas pelos alunos com deficiência visual no processo de ensino-aprendizagem e a promoção da acessibilidade contribuem diretamente para seu sucesso acadêmico e sua formação profissional (Corrêa, 2014; Correia, 2016).

A metodologia de Rotação por Estações, aliada à *cultura maker*, demonstrou grande potencial para promover a inclusão e a acessibilidade na educação. Para garantir que todos os alunos possam participar e se beneficiar da atividade, é fundamental considerar as diferentes necessidades e estilos de aprendizagem presentes na sala de aula (Guimarães *et al.*, 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É fundamental destacar a importância de aprofundar o entendimento da educação especial com foco na inclusão, a fim de fortalecer e enriquecer as abordagens existentes. Nesse contexto, o presente estudo traz à tona um tema relevante que merece atenção especial: a utilização de estratégias inclusivas no ensino de Biofísica. O presente relato de experiência teve como objetivo principal descrever uma atividade inclusiva da

disciplina de Biofísica para discentes com baixa visão. Com a criação do vídeo e a construção de um modelo tridimensional da bomba de Na^+/K^+ como estratégia para promover a inclusão e o aprendizado de todos os alunos no ensino de Biofísica, com foco em atender às necessidades de um aluno com baixa visão. Os resultados da experiência demonstram que a construção do modelo tridimensional foi uma ferramenta eficaz para alcançar os objetivos propostos, além promover a inclusão: o aluno com baixa visão pôde participar ativamente da atividade, manipulando o modelo e explorando suas diferentes partes. Isso contribuiu para o seu senso de pertencimento e para a sua participação em sala de aula. Proporcionando um aprendizado significativo, todos os alunos, inclusive o aluno com baixa visão, compreenderam de forma clara e interativa o conteúdo sobre a bomba de Na^+/K^+ . A atividade proporcionou uma experiência de aprendizado multissensorial e contextualizada, facilitando a compreensão de conceitos abstratos. E ainda promoveu motivação e engajamento, pois a construção do modelo despertou a curiosidade e o interesse dos alunos pelo conteúdo, tornando a aula mais dinâmica e envolvente.

Ao explorar os resultados e considerações apresentados neste artigo, podemos vislumbrar o potencial transformador dessas abordagens, tanto para os alunos com deficiência visual quanto para a comunidade acadêmica como um todo. No decorrer da pesquisa, foi realizada uma atividade didática na disciplina de Biofísica, envolvendo a criação de um modelo tridimensional da bomba de Na^+/K^+ . Os resultados obtidos por meio dessa estratégia mostraram-se altamente eficientes em sala de aula. Além de ser uma estratégia de baixo custo, utilizando materiais facilmente encontrados em qualquer região do Brasil, o modelo tridimensional proporcionou uma atividade dinâmica e interativa, permitindo que todos os alunos compreendessem de forma clara o conteúdo abordado. A criação desse modelo tridimensional não apenas demonstrou a inclusão na prática, atendendo às necessidades educacionais especiais de pessoas com deficiência visual, mas também contemplou elementos curriculares, metodológicos, organizacionais e pedagógicos. Essa abordagem viabilizou a aprendizagem de todos os estudantes da turma, promovendo maior envolvimento e estimulando outros sentidos, como o tato, além da vertente puramente visual.

A utilização de modelos didáticos como esse possibilita uma análise mais concreta dos conteúdos, engajando os alunos em todo o processo de ensino-aprendizagem. Essa abordagem modifica e aprimora a forma como esses conteúdos são tradicionalmente abordados, muitas vezes considerados desafiadores pelos estudantes. Diante disso, ressaltamos que propostas didáticas inovadoras, como a utilização de modelos tridimensionais no ensino de Física e Biofísica, representam uma contribuição importante para o investimento na formação dos docentes. É fundamental que tanto a formação inicial quanto a continuada contemplem o desenvolvimento pleno de todos os alunos, não apenas em sala de aula, mas também em todos os setores da sociedade. Além disso, é necessário promover ações que rompam com a perspectiva homogênea da aprendizagem.

Ao considerar a diversidade e promover a acessibilidade, a metodologia de Rotação por Estações se torna uma ferramenta ainda mais poderosa para o aprendizado e o desenvolvimento de todos os alunos (Guimarães et al., 2023). Podemos concluir que a construção de modelos tridimensionais é uma estratégia promissora para promover a inclusão e o aprendizado de todos os alunos no ensino de Biofísica. Essa abordagem contribui para a construção de um ambiente educacional mais justo e inclusivo, onde todos os alunos, com ou sem deficiência, têm a oportunidade de desenvolver todo o seu potencial (Mamcasz et al. 2023).

Ao apresentar essas considerações finais, esperamos que este estudo desperte o interesse da comunidade acadêmica para investimentos contínuos no aprimoramento da educação inclusiva. Acreditamos que o conhecimento gerado por meio dessas iniciativas contribuirá para a construção de um ambiente educacional mais igualitário, onde todos os alunos tenham a oportunidade de desenvolver plenamente suas habilidades e potenciais.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Kátia de Souza. **Diversidade: inclusão (parcial ou total)**. In: Everaldo dos Santos Mendes; Adevanucia Neres Santos; Stela Santos Fernandes. (Org.). Educação, Diversidades e Inclusão: travessias pedagógicas em tempos de pandemia. – 1.ed. – Curitiba, PR: Bagai, 2020.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - **Lei nº 9394/96**, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Saúde. **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 Visual. Brasília (DF), 2008.

BICAS, Harley Edson Amaral. Fisiologia da visão binocular. **Arq. Brasileiro Oftalmol.** v. 30: p. 7 – 15, Fev. 2004.

CORREIA, Antonio Miguel.; FERNANDES, Preciosa. Educação especial: Limites e potencialidades da educação inclusiva. **Interritórios: Revista de Educação**, v.3, p.24-48, Dez. 2016.

CORRÊA, Priscila Moreira. **Acessibilidade no ensino superior**: instrumento para avaliação, satisfação dos alunos com deficiência e percepção de coordenadores de cursos. 2014, 281f. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Filosofia e ciências, UniverCidade Estadual Paulistana. Marília, 2014.

DA SILVA, Ana Claudia Fontes; ANASTÁCIO, Simone Aparecida Fernandes. Vivências de estudantes com baixa visão no ensino superior. **Anais do Seminário Nacional de Educação Especial e do Seminário Capixaba de Educação Inclusiva**, v. 4, n. 4, p. 689-701, Abr. 2022.

DE VARGAS, Gardia Maria Santos. A inclusão no ensino superior: a experiência da disciplina: Prática Pedagógica–Prática de Ensino de uma turma de alunos cegos e com baixa visão. **Ponto de Vista: revista de educação e processos inclusivos**, n. 8, p. 131-138, Jan. 2006.

DIAS, Alan Bronzeri.; CAMPOS, Luciana Maria Lunardi. A educação inclusiva e o ensino de Ciências e de Biologia: a compreensão de professores do ensino básico e de alunos da licenciatura. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC** Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R1057-1.pdf> Acesso em: 14 Jan. de 2024.

FELBER, Denise; KRAUSE, João Crlos; VENQUIARUTO, Luciana Dornelles. O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 1, n. 2, 23 Ago. 2018.

FREITAS, Bruno Santos. Educação especial: desafios em busca da inclusão **Pesquisa em Foco**. v. 23, n. 2, Jul./Dez. 2018

GODOY, Denise Aparecida Vechani et al. **Guia de Orientação para Inclusão de Alunos com Deficiência Visual**. Santa Catarina. Ed. Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Abr. 2022.

GUIMARÃES, Maria da Conceição Barbosa, et al. A metodologia de rotação por estações: uma análise das possibilidades e desafios na prática pedagógica. **Revista Amor Mundi**, [S. l.], v. 4, n. 5, p. 101–106, Set. 2023.

KALANIT, Grill-Spector; MALACH, Rafael. The human visual cortex. **Annu. Rev. Neurosci.** V. 27: p. 649 – 677, Jul. 2004.

KOLB, Helga. How the retina works. **American Scientist.** v. 91: p. 28 – 35, Jan. 2003.

LAPLANE, Adriana Lia Frizman de; BATISTA, Cecília Guarneiri. Ver, não ver e aprender: a participação de crianças com baixa visão e cegueira na escola. **Cadernos Cedes**, v. 28, p. 209-227, Ago. 2008.

MAMCASZ-VIGINHESKI, Lucia Virginia; ALVARISTO, Eliziane de Fátima; SHIMAZAKI, Midori Shimazaki Interação entre Educação Especial e Ensino Regular: ações pedagógicas a estudantes cegos. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 29, p. e23008, Jan. 2023.

MASLAND, Richard H. The fundamental plan of the retina. **Nat. Neuroc.** v. 4: n. 9, p. 877 – 886, Set. 2001.

MEIRA, Samara L. Brito; RIBEIRO, Jair Lúcio Prados. A cultura maker no ensino de física: construção e funcionamento de máquinas térmica. **Fablearn Brazil**, Jan.2016.

OLIVEIRA, Gilmar Antônio *et al.* Considerações Sobre Educação Inclusiva / Considerations on Inclusive Education. **Revista de psicologia**, v.13, n. 46, p. 446-458, 2019.

PAULA, Pedro Arly de Abreu *et al.* **A Inclusão no Ensino da Física: Uma forma didática para o sucesso do aluno com deficiência visual.** Revista Insignare Scientia RIS, v. 4, n. 6, Out. 2021.

PARNOF, Deisy. Deficiência visual: a perda e a superação. **Nossos Meios RBC**, n. 3, p.2-10 Abr. 2010.

SANTOS, Marina Silveira Bonacazata; DE CARVALHO, Fabiana Aparecida; DE OLIVEIRA, André Luis. Inclusão de pessoas com deficiência visual e o ensino de ciências e biologia: um estado do conhecimento da temática na pós-graduação. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 7, n. 3, p. 1-25, Mar. 2022.

SILVA, Jackeline Susann Souza da. Deficiência, Diversidade e Diferença: Idiossincrasias e Divergências Conceituais. **Educação em Revista**, v. 38, p. e36551, 2022.

SILVA; Fabiana Santos. A inclusão dos deficientes visuais na escola regular. Sobre a deficiência visual. **Educação Inclusiva**, Nov. 2015. Disponível em:

<http://www.deficienciavisual.pt/txtinclusao_DV_escola_regular.htm.> Acesso em: 07 Maio 2024.

SOUZA, Ritchelle Teixeira de; MIRANDA, Jean Carlos. Práticas e instrumentos de inclusão: libras, braille e mediação escolar. **Revista Educação Pública**, v. 20, nº 11, Mar. 2020.

VARDI, Noga et al. Localization of mGLUR6 to dendrites of ON bipolar cells in primate retina. **J. Comp. Physiology**. 31, 402 – 412, Jul. 2000.

WASSLE, Heinz **Parallel processing in the mammalian retina**. *Neurosci.* v. 5: p. 1 – 11, Out. 2004.