

Aplicação de um kit 3D interativo para a inclusão de alunos com deficiência visual e auditiva no ensino de Morfologia

Application of an interactive 3D kit for the inclusion of students with visual and hearing impairments in Morphology education

Aplicación de un Kit 3D Interactivo para la inclusión de estudiantes con discapacidad visual y auditiva en la enseñanza de morfología

Maria Isabel Giusti Moreira  

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil
mariamoreira@ifsul.edu.br

Anderson Ferreira Rodrigues  

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil
aftrto@gmail.com

João Ladislau Barbará Lopes  

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil
joalopes@ifsul.edu.br

Resumo

A Declaração de Salamanca e a Conferência sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da ONU foram marcos importantes para a garantia dos direitos educacionais de crianças e jovens com deficiências. Apesar dos avanços, ainda persistem barreiras discriminatórias, indicando a necessidade de medidas que promovam a transformação dos valores sociais, especialmente no contexto educacional. Este artigo tem como objetivo analisar a percepção de alunos com deficiência visual e auditiva em relação ao uso de um kit educacional biológico 3D, desenvolvido para apoiar o ensino de morfologia de forma inclusiva e acessível. O kit é composto por um modelo de coração humano em PLA, equipado com um sistema embarcado que inclui vídeos com audiodescrição e tradução em Libras. A pesquisa, de natureza qualitativa, baseou-se em uma intervenção pedagógica e utilizou rodas de conversa e observações diretas como técnicas de coleta de dados. A análise dos dados foi conduzida seguindo o método de categorização e interpretação temática de Yin. Os resultados indicam que o uso do kit contribuiu para a autonomia e o avanço na aprendizagem dos alunos. O kit será divulgado em escolas, eventos e museus, promovendo o acesso à educação inclusiva.

Palavras-chave: modelos biológicos 3D; inclusão; Biologia.

Abstract

The Salamanca Statement and the UN Conference on the Rights of Persons with Disabilities were significant milestones for ensuring the educational rights of children and young people with disabilities. Despite progress made, discriminatory barriers persist, indicating the need for procedures to promote the transformation of social values, especially within the educational context. This article aims to analyze the perception of visually and hearing impaired students regarding the 3D biological educational kit use developed to support inclusive and accessible morphology teaching. The kit consists of a human heart model in PLA, equipped with an embedded system that includes videos with audio descriptions and translation in Brazilian Sign Language (Libras). The qualitative research was based on a pedagogical intervention and used focus group discussions and direct observations as data collection techniques. Data analysis was conducted using Yin's thematic categorization and interpretation method. The results indicate that using the kit contributed to students' autonomy and progress in learning. The kit will be promoted in schools, events, and museums, enhancing access to inclusive education.

Keywords: 3D biological models; inclusion; Biology.



Resumen

La Declaración de Salamanca y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad constituyeron hitos fundamentales para la garantía de los derechos educativos de niños y jóvenes con discapacidades. A pesar de los avances alcanzados, persisten barreras de carácter discriminatorio, lo que evidencia la necesidad de implementar medidas que favorezcan la transformación de los valores sociales, especialmente en el contexto educativo. El presente artículo tiene como objetivo analizar la percepción de estudiantes con discapacidad visual y auditiva respecto al uso de un kit educativo biológico tridimensional (3D), desarrollado para apoyar la enseñanza de la morfología de manera inclusiva y asequible. El kit está compuesto por un modelo de corazón humano en PLA, dotado de un sistema embebido que incorpora vídeos con audiodescripción y traducción a la Lengua de Señas Brasileña (Libras). La investigación, de carácter cualitativo, se fundamentó en una intervención pedagógica y utilizó círculos de charla y observaciones directas como técnicas de recogida de datos. El análisis de los datos se realizó mediante el método de categorización e interpretación temática propuesto por Yin. Los resultados indican que el uso del kit contribuyó a la autonomía y al progreso en el aprendizaje de los estudiantes. El kit será difundido en escuelas, eventos y museos, promoviendo el acceso a una educación inclusiva.

Palabras clave: modelos biológicos 3D; inclusión; Biología

1 Introdução

Durante séculos, indivíduos com deficiências enfrentaram significativas barreiras sociais, frequentemente discriminados e marginalizados. Desde o século XVI, médicos e pedagogos começaram a desafiar essas visões, inaugurando discussões que gradualmente promoveram a inclusão dessas pessoas no processo educativo. No entanto, a proteção excessiva, inicialmente adotada, paradoxalmente conduziu à sua segregação, uma realidade contestada apenas com a conceitualização da educação especial e, mais tarde, da educação inclusiva. Essa evolução foi marcada por documentos fundamentais como a Declaração de Salamanca, em 1994, e a Conferência sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, em 2006, que destacaram a necessidade de políticas públicas para eliminar as barreiras impostas pela sociedade à participação desses indivíduos.

No contexto educacional, a alfabetização científica emerge como uma ferramenta vital para facilitar a compreensão do mundo natural, integrando competências como expressão e comunicação, investigação, compreensão e contextualização sociocultural. Entretanto, o acesso a esses conhecimentos científicos ainda é limitado para uma parcela da população, um desafio não condizente com as possibilidades oferecidas pela tecnologia digital moderna. Neste cenário, as tecnologias digitais não apenas suportam o ensino, mas são essenciais para a transformação educacional em alinhamento com os direitos garantidos pela Constituição Federal e pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

O uso de tecnologias assistivas digitais é fundamental para garantir que os alunos com deficiências possam se apropriar dos conteúdos educacionais de forma autônoma, principalmente em relação à alfabetização científica. Assim, a questão central deste estudo é investigar como essas tecnologias, especialmente no ensino de morfologia, podem facilitar a inclusão de alunos com deficiências visuais e auditivas. Modelos didáticos tridimensionais, equipados com recursos como audiodescrição e tradução em Libras (Língua Brasileira de Sinais), são explorados como soluções potenciais para superar as limitações físicas e sensoriais desses alunos, promovendo um aprendizado efetivo e inclusivo.

Sendo assim, o objetivo principal desse artigo¹ é mostrar a percepção de alunos com deficiência visual e auditiva, mediante ao uso de um kit de modelo biológico 3D, que auxilie no ensino de morfologia, proporcionando uma aprendizagem mais rica e acessível. Os objetivos específicos incluem a análise das competências

¹ Este artigo baseia-se na Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação (PPGCITED) do Instituto Federal Sul-rio-grandense Campus Pelotas – Visconde da Graça, sob o título UMA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA A PROMOÇÃO DA AUTONOMIA DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL E AUDITIVA NO ENSINO DE MORFOLOGIA (Rodrigues, 2023).

curriculares, o entendimento das necessidades educacionais especiais em escolas inclusivas, e o desenvolvimento e avaliação de soluções tecnológicas que favoreçam a interação e a evolução educacional dos alunos.

2 A Teoria Sociocultural

Essa seção versa sobre a Teoria da Aprendizagem de Vygotsky, também conhecida como Teoria Sociocultural ou Teoria Sócio-Histórica, que enfatiza a importância das interações sociais, da autonomia, da cultura e do contexto social no processo de aprendizagem e desenvolvimento humano.

A escolha dessa Teoria se deu pelo fato de que a mesma é relevante quando se trata de pessoas com deficiência, pois enfatiza a importância da interação social, da mediação e do contexto cultural na aprendizagem.

Assim, às ideias de Vygotsky (2001) possuem quatro conceitos elementares: interação, mediação, internalização e zona de desenvolvimento iminente (ZDI). A visão de Vygotsky (2001) coloca a interação como um meio fundamental para que as crianças adquiram conhecimento e desenvolvam habilidades cognitivas. Ele enfatiza que as crianças têm um aprendizado mais eficaz quando estão envolvidas em interações com outras pessoas, especialmente aquelas que têm mais experiência, como professores, pais ou colegas.

Para que a interação ocorra, é essencial o uso de instrumentos desenvolvidos ao longo da história e que moldam a forma social e o nível de desenvolvimento cultural. A linguagem, a escrita e o sistema numérico desempenham um papel crucial como signos que facilitam essa interação. Assim, Vygotsky (2001) destacou a importância da linguagem e dos signos como ferramentas fundamentais para a aprendizagem. Ele argumentava que a linguagem não é apenas uma forma de comunicação, mas também uma ferramenta para o pensamento. O uso de símbolos, como palavras e números, desempenha um papel crucial na representação do conhecimento.

Conforme Vygotsky (2001), a interação com objetos e outras pessoas desempenha um papel crucial no desenvolvimento e na relação com o ambiente, o que, por sua vez, permite alcançar a autonomia. Essas interações não apenas promovem o desenvolvimento individual do ser humano, mas também têm o potencial de transformar o ambiente ao seu redor, contribuindo para mudanças significativas na sociedade e na cultura.

Já na mediação, Vygotsky (2001) enfatiza o papel crucial das interações sociais. Isso significa que adultos, professores ou colegas mais experientes podem fornecer suporte, orientação e assistência para ajudar os aprendizes a desenvolverem suas capacidades cognitivas. Quando Vygotsky (2001, p. 73) aborda a mediação, ele fala que:

O uso de meios artificiais – a transição para a atividade mediada – muda, fundamentalmente, todas as operações psicológicas, assim como o uso de instrumentos amplia de forma ilimitada a gama de atividades em cujo interior das novas funções psicológicas podem operar. Nesse contexto, podemos usar o termo função psicológica superior, ou comportamento superior com referência à combinação entre o instrumento e o signo na atividade psicológica.

No conceito de internalização, Vygotsky (2001) acreditava que o processo de aprendizado envolve a internalização do conhecimento, ou seja, compreende o momento em que o aprendizado se completa, quando, ao refletir sobre o nome e o significado do objeto, consegue abstrair o conceito e torná-lo universal, via mediação da linguagem, na troca com os outros. Assim se apreende conhecimentos, papéis sociais e valores.

Vygotsky (2001) enfatiza que o conhecimento é internalizado à medida que as pessoas aprendem por meio da interação social e da orientação externa. Essa internalização permite que o aluno utilize o conhecimento de forma independente, promovendo sua autonomia. Para pessoas com deficiência, esse processo pode ser facilitado por meio de estratégias que tornem a informação mais acessível, como a tradução de textos para Braille ou a disponibilização de materiais em formatos acessíveis, o que contribui para a internalização do conhecimento e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de sua autonomia.

Segundo Vygotsky (2001), é possível ocorrer a autorregulação à medida que as regras e costumes existentes, no meio ao qual pertence, são internalizados. Esse processo seria em estágios, com a regulação de um adulto até a criança internalizar as relações sociais e não precisar mais do auxílio de estímulos internos.

Por fim, temos a zona de desenvolvimento iminente (ZDI), trata-se da diferença entre o que uma criança é capaz de fazer de forma independente e o que ela pode fazer com o apoio de um parceiro mais capaz.

A Teoria da Aprendizagem de Vygotsky (2001), embora não centralize sua atenção na autonomia, traz implicações significativas para a compreensão desse conceito no âmbito da aprendizagem. A autonomia na aprendizagem, nesse contexto, refere-se à habilidade do aprendiz de assumir a iniciativa, tomar decisões e exercer controle sobre seu próprio processo de aprendizado, realizando atividade voluntária.

Vygotsky (2001) aborda a questão da autonomia ao discutir a ZDI. Ele argumenta que a aprendizagem ocorre principalmente na ZDI, onde o aprendiz pode realizar tarefas com o apoio de um parceiro mais capaz. Conforme o discente ganha confiança e adquire novas habilidades, ele se torna mais autônomo na realização dessas tarefas. Essa abordagem é especialmente relevante para pessoas com deficiência, pois identificar e apoiar sua ZDI é fundamental. Por exemplo, um aluno com deficiência visual pode precisar de apoio adicional para aprender a ler em Braille, o que está dentro de sua ZDI e possibilita o desenvolvimento da autonomia nessa habilidade específica.

A influência da cultura e do contexto social na teoria de Vygotsky (2001) destaca a importância de criar ambientes de aprendizagem que incentivem a autonomia dos alunos. Um ambiente culturalmente rico e socialmente interativo pode motivar os alunos a assumirem a responsabilidade por seu próprio processo de aprendizado. Dessa forma, a Teoria de Vygotsky fornece uma base sólida para a compreensão e promoção da autonomia na aprendizagem. Para pessoas com deficiência, é essencial criar ambientes inclusivos e acessíveis, o que inclui a adaptação de espaços físicos, o uso de tecnologia assistiva e a promoção de interações sociais que valorizem a diversidade, permitindo que elas também desenvolvam sua autonomia no processo de aprendizagem.

3 Educação Especial

As Diretrizes Nacionais para a educação especial na Educação Básica, apresenta a Resolução nº 2, de 11 de setembro de 2001, art. 3º na qual coloca a educação especial como:

um processo educacional definido por uma proposta pedagógica que assegure recursos e serviços educacionais especiais, organizados institucionalmente para apoiar, complementar, suplementar e, em alguns casos, substituir os serviços educacionais comuns, de modo a garantir a educação escolar e promover o desenvolvimento das potencialidades dos educandos que apresentam necessidades educacionais especiais, em todas as etapas e modalidades da educação básica (Brasil, 2001).

De acordo com esse objetivo, a educação especial deveria proporcionar as ferramentas e os recursos educativos necessários para os que apresentam deficiência. Dessa forma, crianças e adolescentes com alguma deficiência conseguiriam ultrapassar as barreiras que as restringem do acesso à formação e o direito de superarem as restrições e tornarem-se adultos independentes, com mais autonomia advinda da educação recebida.

A educação geralmente é destacada como o processo que possibilita mudanças de paradigmas e direitos sociais igualitários na sociedade, pois tem o potencial de diminuir os processos excludentes, propiciando autonomia e cidadania (Cury, 2002). Entretanto, apesar de políticas públicas garantirem o acesso à educação e ao mercado de trabalho a praticamente todas as pessoas, uma parcela significativa da população ainda convive com processos excludentes e discriminatórios que impedem a igualdade de oportunidades.

Esse panorama indica que, para ocorrer a transformação de pensamentos e valores sociais, são necessárias “reflexões sobre posturas e pronunciamentos dos elementos presentes na sociedade” (Alves, 2017). Segundo Sasaki (1997), para ocorrer igualdade de oportunidades e participação plena das pessoas com deficiência, seria necessário não adaptar as pessoas à sociedade, mas a sociedade às pessoas. Entretanto, após décadas, sua definição sobre o que significa incluir ainda apresenta alguns pontos relevantes que não foram alcançados:

Um processo pelo qual a sociedade se adapta para poder incluir em seus sistemas sociais gerais pessoas com necessidades especiais e, simultaneamente, estas se preparam para assumir seus papéis na sociedade. (...) Incluir é trocar, entender, respeitar, valorizar, lutar contra exclusão, transpor barreiras que a sociedade criou para as pessoas. É oferecer o desenvolvimento da autonomia, por meio da colaboração de pensamentos e formulação de juízo de valor, de modo a poder decidir, por si mesmo, como agir nas diferentes circunstâncias da vida (Sasaki, 1997, p. 41).

Definições semelhantes e outras mais abrangentes que ressoavam na sociedade, desde a década de 80, foram o marco para o surgimento do conceito de inclusão, assim, e partir dessa época, a luta pela aceitação, respeito e oportunidades se tornou praticamente diária (Alves, 2017).

A determinação do Ministério da Educação, através da extinta Secretaria de Educação Especial (SEESP) (Brasil, 2008), indica que, para o melhor desenvolvimento dos estudantes, as instituições de ensino devem elaborar estratégias dentro das salas comuns e realizar acompanhamento especializado em contraturno. Algumas instituições procuram democratizar o aprendizado, atendendo essa determinação da melhor forma, entretanto, encontra-se em grande parte das vezes a falta de verbas e de profissionais capacitados. Ainda, somente com recursos que proporcionem a aprendizagem de forma adequada ocorrerá a igualdade de oportunidades para a diversidade das comunidades escolares, seja no ensino básico ou superior (Laplane; Batista, 2003).

Especificamente na área das Ciências da Natureza, a alfabetização científica tem o potencial de auxiliar no processo de compreensão do universo e dos seus fenômenos (Chassot, 2003). Proporciona a conexão entre os conceitos e temas biológicos da atualidade veiculados pela mídia, possibilitando explicar e explorar mecanismos de evolução, reprodução e organização da vida, através de uma participação consciente no mundo. Este panorama retrata a importância de elaborar estratégias para democratizar o aprendizado, principalmente porque essas medidas não são mais opcionais. Segundo a concepção da Política Educacional de Educação Especial (Brasil, 2020), “todas as escolas das redes de ensino, públicas ou privadas, devem ser inclusivas, ou seja, devem estar abertas a todos”. Portanto, o processo de inclusão precisa sair das discussões teóricas e efetivamente garantir o direito fundamental à educação para todas as pessoas.

Segundo Vilaronga (2014), países com mais experiência em práticas de inclusão escolar têm indicado o trabalho colaborativo entre o professor da sala regular e o professor de apoio educacional especializado (PAEE), na tentativa de solucionar problemas relativos ao processo de ensino e de aprendizagem dos alunos, como também para propiciar o desenvolvimento profissional e pessoal dos educadores.

A responsabilidade pela regência, no ensino colaborativo, é dividida entre o professor regente e o professor especialista, com o objetivo de propiciar a aprendizagem de acordo com as especificidades dos alunos. As pesquisas, planejamentos e elaboração de estratégias em conjunto propiciam uma melhor adaptação do currículo e um aprimoramento do trabalho em sala de aula para todos os alunos, mas, principalmente, para os alunos da educação especial (Vilaronga, 2014). De acordo com Duek (2014, p. 29), não é necessário um currículo diferente, mas “uma diferenciação nos métodos, nas estratégias, no tempo, nos materiais, entre outros, possibilitando a participação do aluno com deficiência nas atividades escolares”.

Em um estudo que teve como objetivo organizar, desenvolver e analisar uma proposta de formação continuada, na perspectiva colaborativa, entre professores de salas de aula regulares e das salas de recursos multifuncionais (SRM), foi observado a importância da formação continuada, como primeiro passo para estimular o trabalho colaborativo. Outro ponto destacado foi a reformulação dos Projetos Políticos Pedagógicos (PPP), contemplando adaptações curriculares específicas para as necessidades observadas e a participação ativa em sala de aula, propiciada pela adaptação de materiais e atuação conjunta do professor do Atendimento Educacional Especializado (AEE) e da sala comum (Peixinho, 2016). Entretanto, segundo Ferreira (2020), apesar do longo tempo transcorrido desde a publicação dos primeiros documentos nacionais e internacionais, ainda é elevado o número de docentes que vivem à margem do processo de capacitação na perspectiva educacional inclusiva.

Outros estudos, além de apontar as vulnerabilidades na formação inicial dos professores, reforçam a importância da formação continuada para auxiliar nas demandas do cotidiano do trabalho pedagógico (Monico *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2016). O ensino colaborativo propicia também a oportunidade de cada professor, através do diálogo com seus pares, bem como de estudar a própria ação. Essa proposta ganhou força nos Estados Unidos em 1993, quando foi proposto a professores do ensino regular, que atendiam alunos com deficiência, um trabalho em equipe para encontrar alternativas e minimizar os problemas de aprendizagem. No Brasil, essa proposta encontrou apoio legal na Resolução CNE/CEB nº 02 de 2001, item 4.2 que destaca a importância do trabalho em equipe para a efetivação da inclusão.

Muitas são as dificuldades na implementação das políticas inclusivas de forma efetiva. No trabalho de Peixinho (2016), por exemplo, foram citadas pelas professoras do Atendimento Educacional Especializado a “falta de sensibilidade por parte da gestão da escola em relação às demandas do AEE; a ausência de material

didático; a falta de compromisso da família para levar a criança no turno oposto, além da falta de entendimento de alguns profissionais da escola, bem como da gestão, quanto à importância do AEE”. E os professores do ensino regular citaram “a adequação dos conteúdos programáticos, a elaboração das atividades, a falta de formação específica e as salas de aulas lotadas”.

Esse panorama denota a necessidade de investimentos na educação especial para promover a formação inicial e continuada de professores, a implementação de abordagens, metodologias e estratégias de desenho universal de aprendizagem, que priorizem pela singularidade de cada estudante e pela eliminação de barreiras de acessibilidade e de aprendizagem, com o intuito de desenvolver um ambiente educacional justo e benéfico para todos.

3.1 Consolidação da Educação Especial no Brasil

Os primeiros indícios de educação especial no Brasil ocorreram na época do Império, quando houve a criação de duas instituições – o Imperial Instituto dos Meninos Cegos, em 1854, atual Instituto Benjamin Constant (IBC), e o Instituto dos Surdos Mudos, em 1857, denominado atualmente de Instituto Nacional da Educação dos Surdos (INES), ambos localizados no Rio de Janeiro, que iniciaram o atendimento de pessoas com deficiência no Brasil (Lima; Delou, 2017).

O Ministério da Educação (MEC), em 1973, para gerenciar a educação especial, criou o Centro Nacional de Educação Especial (Cenesp), que impulsionou ações educacionais voltadas às pessoas com deficiência e com superdotação (Comarú, 2012).

Já em 1991, ocorreu a fundação do Instituto Laramara, na cidade de São Paulo. Essa fundação surgiu da necessidade de um casal promover assistência a sua filha, sendo atualmente reconhecido internacionalmente como um importante centro privado de desenvolvimento de material didático-pedagógico para deficientes (Comarú, 2012).

Nessa mesma década, ocorreu a Declaração Mundial de Educação Para Todos (1990) e a Declaração de Salamanca (1994), que passaram a influenciar a formulação das políticas públicas de educação especial. Para orientar o processo de integração instrucional, que condiciona o acesso às classes comuns do ensino, para os alunos com deficiência, é publicada no Brasil, em 1994, a Política Nacional de Educação Especial (PNEE) (Griboski *et al.*, 2008).

Entretanto, somente em 1996, com a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96) (Brasil, 1996) é que se assegura aos alunos deficientes currículo, métodos, recursos específicos e organização para atender às suas necessidades. A promulgação em 2002, da Lei nº 10.436/02 (Brasil, 2002) foi um marco importante para a educação especial de surdos, reconhecendo a Língua Brasileira de Sinais (Libras) como meio legal de comunicação e expressão e a Portaria nº 2.678 (Brasil, 2002), que regulamenta a difusão e uso do sistema Braille em todas as modalidades de ensino em todo o território nacional (Comarú, 2012).

Em 2004, o Ministério Público Federal publica o documento O Acesso de Alunos com Deficiência às Escolas e Classes Comuns da Rede Regular, e em 2006 é aprovada, pela Organização das Nações Unidas (ONU), a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, que estabelece várias diretrizes e, entre elas, o acesso ao ensino fundamental inclusivo, de qualidade e gratuito, em igualdade de condições com as demais pessoas na comunidade em que vivem (Griboski *et al.*, 2008).

Como suporte para o processo de inclusão, em 2007, foi criado o Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), com eixos na formação de professores para educação especial, acessibilidade arquitetônica dos prédios escolares, implantação de salas de recursos multifuncionais e acesso e permanência das pessoas com deficiência na educação superior (Brasil, 2007). Seu prazo para ser completado foi de 15 anos, entretanto foi descontinuado antes do prazo para finalização. Restaram alguns programas e iniciativas para a educação básica (TV Escola e Proinfo) e ensino superior (SINAES) (Comarú, 2012).

O panorama da consolidação da educação especial no Brasil revela algumas conquistas, mas evidencia também um longo percurso com muitos desafios a serem ultrapassados, assim como um olhar atento para impedir os retrocessos.

4 Percorso Metodológico

O meio de investigação escolhido para esse artigo apresentou-se pela pesquisa do tipo intervenção pedagógica, que consiste em uma pesquisa que abrange o planejamento e o estabelecimento de interferências pedagógicas que promovem melhorias no processo de aprendizagem dos participantes, assim como, avaliação do impacto dessas interferências (Damiani *et al.*, 2013).

Mesmo sem a presença direta em sala de aula, o pesquisador pode efetuar intervenções pedagógicas através do desenvolvimento de recursos educacionais variados, como livros didáticos, ferramentas digitais, e jogos educacionais. Esses materiais são cruciais para enriquecer a experiência educacional, fazendo o conhecimento mais acessível e estimulante para os alunos em diversos contextos educativos. Este tipo de pesquisa enfatiza a aplicabilidade prática e o impacto direto no ensino e aprendizagem, contribuindo significativamente para o desenvolvimento educacional.

A coleta de dados para a pesquisa foi realizada através de uma abordagem integrada que combinou rodas de conversa e observações diretas. Inicialmente, rodas de conversa presenciais foram organizadas com professores de duas escolas especializadas para alunos com deficiência localizadas em Pelotas, Rio Grande do Sul. O principal objetivo dessas discussões foi coletar percepções e informações cruciais para o planejamento e desenvolvimento do kit educacional proposto.

Após o desenvolvimento deste kit, uma nova fase de coleta de dados foi implementada através de observações e uma roda de conversa com os alunos que utilizaram o recurso educativo. Essa metodologia permitiu não apenas captar as perspectivas dos educadores, mas também entender as experiências diretas dos alunos com o kit 3D, oferecendo uma visão completa sobre sua eficácia e recepção.

A análise dos dados qualitativos coletados durante a pesquisa foi conduzida seguindo o método proposto por Yin (2015), que estrutura a análise em cinco fases flexíveis e interativas: compilação, desagrupamento, reagrupamento, interpretação e conclusão. Inicialmente, na fase de compilação, os dados de diversas fontes foram organizados em um banco de dados consolidado para facilitar a análise subsequente. Em seguida, durante o desagrupamento, esses dados foram divididos em unidades menores, categorizadas por tópicos específicos e identificadas com rótulos apropriados.

Na etapa de reagrupamento, os dados fragmentados foram reorganizados conforme suas categorias, permitindo uma análise temática. A fase de interpretação envolveu a construção de uma narrativa analítica, baseada nos dados categorizados, que culminou na formulação dos resultados da pesquisa. Finalmente, os resultados foram analisados criticamente para elaborar as conclusões do estudo, proporcionando uma compreensão aprofundada das percepções e experiências dos participantes em relação ao kit 3D investigado.

Os sujeitos dessa pesquisa foram alunos de duas instituições de educação especial em Pelotas/RS, ambas focadas na inclusão e educação adaptadas às necessidades específicas de seus alunos. A Escola Alfredo Dub segue uma abordagem inclusiva que visa garantir que todos os alunos tenham acesso igualitário à educação e às oportunidades de aprendizado, oferecendo um ambiente de ensino adaptado às necessidades dos alunos surdos e daqueles com múltiplas deficiências. Isso inclui aulas ministradas em Libras e a utilização de tecnologias assistivas para apoiar o aprendizado. A escola atende alunos do 1º ao 9º ano do ensino fundamental que possuem deficiência auditiva em diferentes níveis, incluindo alunos com surdez profunda, bem como aqueles com algum grau de percepção auditiva. Além disso, a escola acolhe estudantes que apresentam outras deficiências associadas à surdez, como paralisia cerebral, baixa visão, autismo e deficiências físicas.

Por outro lado, a Escola Louis Braille se dedica a promover a inclusão de alunos com deficiência visual, garantindo que eles tenham acesso adequado à educação e às oportunidades de aprendizado. A escola utiliza métodos de ensino que enfatizam o Braille, a orientação e a mobilidade, além do uso de tecnologias assistivas como leitores de tela. Esta escola oferece educação para alunos desde a educação infantil até o 5º ano do ensino fundamental, com foco em alunos com deficiência visual. Similar à Escola Alfredo Dub, a Escola Louis Braille também recebe estudantes que apresentam outras deficiências além da deficiência visual, incluindo paralisia cerebral, autismo e deficiências físicas, entre outras. Ambas as escolas desempenham um papel importante na educação e inclusão de alunos com necessidades especiais na cidade de Pelotas/RS, oferecendo suporte educacional adaptado às necessidades individuais de seus alunos.

4.1 Roda de Conversa com os Professores

Para realizar a coleta de dados inicial, que visava obter informações para o desenvolvimento do kit 3D, foi conduzida uma roda de conversa com os professores dessas duas escolas de Pelotas. Essa roda de conversa foi realizada presencialmente e registrada por meio de gravação de áudio. Durante a roda de conversa, foram utilizadas perguntas norteadoras (conforme detalhado no Apêndice A) para guiar a discussão com os professores da área de Ciências das Escolas. Os tópicos abordados incluíram a quantidade de alunos, informações pessoais, necessidades específicas dos estudantes, grade curricular e quaisquer dificuldades relacionadas ao estudo das Ciências Biológicas.

Após a realização da roda de conversa com os docentes da área de Ciências nessas escolas, foi possível estabelecer as séries que seriam abrangidas na pesquisa. Na Escola Alfredo Dub, a pesquisa foi conduzida com os alunos do 8º ano das séries finais do ensino fundamental. Já na Escola Louis Braille, a pesquisa envolveu a turma de Educação de Jovens e Adultos (EJA). Essa definição das séries-alvo permitiu direcionar o foco da pesquisa para atender às necessidades específicas dos alunos dessas faixas etárias e contextos educacionais.

Durante a entrevista realizada na Escola de Educação Especial Alfredo Dub, com a professora de Ciências, foram fornecidas informações relevantes sobre o ensino do corpo humano nas diferentes séries. Segundo a professora, o estudo do corpo humano ocorre nas séries iniciais, no 4º ano, e nas séries finais, no 8º ano, com três aulas semanais dedicadas a esse tema.

A professora destacou a importância da imagem no processo de ensino, especialmente para alunos com deficiência. Ela mencionou que, no planejamento de suas aulas, já considera a inclusão de recursos visuais, embora grande parte desses recursos seja composta por figuras. Além disso, a professora explicou que as atividades são adaptadas de acordo com as necessidades dos alunos. Isso significa que, para os alunos com maiores dificuldades, são oferecidas tarefas simplificadas. Quando possível, também é utilizado o tato, permitindo que os alunos explorem objetos mais detalhados por meio do toque. Essas informações destacam a abordagem adaptativa da professora para atender às diferentes necessidades de aprendizado dos alunos na escola, especialmente na disciplina de Ciências relacionada ao estudo do corpo humano.

A professora explicou que, em seu planejamento, já incorpora alguns recursos visuais. No entanto, a maior parte desses recursos consiste em figuras. Em relação às atividades, a professora demonstra uma abordagem flexível e adaptativa. Ela adapta as atividades de acordo com as necessidades individuais dos alunos, simplificando tarefas quando necessário. Além disso, quando disponível, ela utiliza objetos detalhados que podem ser tocados pelos alunos, proporcionando uma experiência tátil que enriquece o aprendizado.

Essas estratégias demonstram o compromisso da professora em tornar o ensino acessível e adequado às necessidades específicas de seus alunos com deficiência, garantindo que eles tenham a oportunidade de explorar e compreender os conceitos relacionados ao estudo do corpo humano de maneira eficaz.

A professora compartilhou informações sobre os materiais usados no ensino do corpo humano, destacando algumas mudanças ao longo do tempo. Anteriormente, os alunos eram solicitados a desenhar os órgãos como parte do processo de aprendizado. No entanto, atualmente, devido à falta de recursos alternativos, a estratégia predominante envolve a impressão de imagens, muitas vezes em preto e branco, ou cópias xerox. Ela mencionou que o uso desse tipo de material pode criar desafios devido à qualidade das imagens. Isso pode limitar a compreensão e a experiência dos alunos ao estudar o corpo humano, especialmente para aqueles com deficiência visual.

Essa informação ressalta a necessidade de recursos educacionais mais acessíveis e de melhor qualidade para apoiar o ensino do corpo humano, especialmente para alunos com deficiência. Isso também destaca a relevância do desenvolvimento de recursos tecnológicos digitais e modelos 3D, como os mencionados na pesquisa, para melhorar a qualidade do ensino e a compreensão dos alunos.

Além dos materiais impressos, a escola utiliza vídeos do YouTube como recursos adicionais para auxiliar na compreensão dos conteúdos. No entanto, durante todo o processo de ensino, a Língua Brasileira de Sinais desempenha um papel essencial para garantir a compreensão das aulas e dos vídeos. É importante observar que, embora muitos vídeos da plataforma tenham legendas para tornar o conteúdo acessível, a falta da tradução para Libras pode representar uma barreira significativa para os alunos surdos ou com deficiência auditiva. Isso

ressalta a importância da disponibilidade de conteúdo em Libras para garantir que todos os alunos tenham acesso igualitário ao material educacional, especialmente na Escola Alfredo Dub, onde a Libras desempenha um papel crucial na comunicação e compreensão dos alunos surdos.

A professora mencionou que, quando questionada sobre o uso de objetos 3D em sua sala de aula, enfrenta dificuldades devido à falta de material disponível em 3D. Ela relatou que seu único contato com esse tipo de material foi durante uma visita à Faculdade Anhanguera. A professora enfatizou que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) preconiza a contextualização dos conteúdos, mas, devido à necessidade de realizar muitas adaptações, os objetos em 3D são utilizados apenas como referência.

Essa situação destaca a carência de recursos educacionais tridimensionais disponíveis para o ensino do corpo humano e a necessidade de buscar alternativas para tornar o ensino mais acessível e eficaz. O desenvolvimento do kit de modelo biológico 3D mencionado na pesquisa pode ser uma solução importante para suprir essa lacuna e melhorar a qualidade da educação oferecida aos alunos com deficiência auditiva e visual.

Durante a entrevista realizada na Escola de Educação Especial Louis Braille, tanto a professora das séries iniciais quanto a coordenadora da escola compartilharam informações sobre o currículo e o ensino relacionado ao corpo humano. Foi observado que, embora o reconhecimento do próprio corpo seja trabalhado, especialmente na Educação de Jovens e Adultos (EJA), não existe um conteúdo específico dedicado ao estudo detalhado do corpo humano.

Essa informação indica uma diferença na abordagem do ensino do corpo humano em comparação com a Escola Alfredo Dub, onde o estudo do corpo humano é parte do currículo das Ciências. Essa diferença destaca a importância de adaptar abordagens de ensino de acordo com as necessidades e objetivos específicos de cada escola e grupo de alunos, levando em consideração suas características e necessidades únicas.

Entende-se que essa abordagem ocorre principalmente devido à maioria dos alunos da Escola de Educação Especial Louis Braille possuírem deficiências múltiplas. Diante desse cenário, a escola prioriza o desenvolvimento de competências e habilidades que visam proporcionar aos alunos uma maior autonomia em suas atividades diárias. Isso inclui a capacidade de realizar tarefas como sentar, alimentar-se e socializar de forma mais independente, contribuindo para que esses alunos alcancem um nível de autonomia que vá além do analfabetismo funcional.

Além do foco na autonomia, a escola dá prioridade ao ensino da língua portuguesa e da matemática durante as aulas. Essa ênfase pode ser explicada pelo desejo de garantir que os alunos adquiram habilidades essenciais em áreas fundamentais, que podem ser aplicadas em diversas situações de suas vidas.

Essa abordagem pedagógica demonstra a preocupação da escola em atender às necessidades específicas de seus alunos e em fornecer uma educação adaptada e inclusiva que leve em consideração suas deficiências múltiplas e objetivos de vida.

As barreiras enfrentadas na escola tornam difícil o ensino de conteúdos específicos, o que requer uma adaptação completa do currículo. Nesse contexto, a escola extrai da Base Nacional Comum Curricular apenas as competências e habilidades relevantes para suas necessidades. Segundo a professora, obter informações sobre o aprendizado dos alunos é uma tarefa muito desafiadora devido às limitações que eles enfrentam, bem como à falta de materiais táteis. A falta desses materiais torna o processo de aprendizado muito dependente da imaginação dos alunos.

A professora ressalta que a presença de materiais que possibilitam o toque é fundamental para facilitar a compreensão dos alunos. Portanto, todos os recursos táteis desempenham um papel crucial nas aulas e são de extrema importância para apoiar o aprendizado dos alunos.

Essas informações destacam a necessidade crítica de desenvolver recursos educacionais táteis, como os modelos biológicos 3D mencionados na pesquisa, para melhorar a qualidade do ensino e ajudar os alunos com deficiência a compreender e explorar conceitos de forma mais eficaz.

Por sugestão da professora, a temática do corpo humano é abordada de maneira mais eficaz com os alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Essa abordagem se justifica pelo fato de os alunos adultos da EJA já possuírem vivências e experiências de vida que podem enriquecer o aprendizado sobre o corpo humano. Eles podem relacionar os conceitos estudados com suas próprias experiências, tornando o ensino mais significativo e relevante para eles.

Essa adaptação na abordagem pedagógica demonstra a flexibilidade da escola em atender às necessidades específicas de seus alunos e em buscar estratégias que maximizem o aprendizado e a compreensão dos conteúdos, levando em consideração as características e experiências únicas de cada grupo de alunos.

Durante a entrevista, a professora mencionou que, atualmente, apenas duas alunas que estão no início da educação infantil já estão começando a ser introduzidas ao estudo de conteúdos da Base Nacional Comum Curricular, de forma curricular. Isso sugere que o ensino de conteúdos específicos ainda não é uma prioridade para a maioria dos alunos da escola, dada a necessidade de atender às demandas individuais e ao grau de atenção requerido por eles.

Quando questionada sobre a utilização de objetos 3D em sala de aula, a professora revelou que não possui grande conhecimento sobre o assunto e nunca utilizou esses recursos com seus alunos. Ela mencionou que o mais próximo de objetos táteis utilizados são alguns objetos ou brinquedos de lojas, mas sem muita interatividade.

A professora também destacou que, devido ao grau de atenção exigido pelos alunos, as turmas são geralmente compostas por apenas oito alunos, divididos em grupos. Essa abordagem de grupos menores pode ser necessária para proporcionar um ambiente de aprendizado mais adequado às necessidades individuais e à atenção requerida pelos alunos com deficiência.

Essas informações fornecem uma visão mais detalhada das práticas pedagógicas e das condições de ensino na Escola de Educação Especial Louis Braille, destacando a importância de adaptar a abordagem de ensino de acordo com as necessidades específicas dos alunos.

5 Desenvolvimento do Kit de Modelo Biológico

Com base nas informações coletadas junto aos professores das duas Escolas sobre o estudo e entendimento das Ciências Biológicas, foi proposto a criação de um kit educacional que inclui um modelo biológico tridimensional (3D) de um órgão do corpo, um sistema embarcado e um aplicativo de interação.

Esse kit inclui não apenas o modelo 3D do órgão em si, mas também um sistema embarcado e um aplicativo de interação. Essa abordagem visou melhorar a compreensão dos alunos sobre o órgão em questão, tornando o aprendizado mais acessível e interativo.

Esse modelo biológico foi criado por meio da combinação de sistemas embarcados e tecnologia de impressão 3D. Isso possibilitou o desenvolvimento de um modelo biológico interativo de um coração que inclui sensores, *hardware* específico e um aplicativo dedicado para interação. Essa abordagem permite uma experiência de aprendizado mais envolvente e interativa para os alunos, tornando o estudo do órgão do corpo mais acessível e compreensível.

Para criar o modelo tridimensional (3D) do órgão, inicialmente foram utilizados modelos disponíveis no site de compartilhamento de arquivos e design 3D chamado Thingiverse. Após a seleção do modelo 3D desejado para o coração humano (Figuras 1 e 2), o mesmo foi impresso em uma impressora 3D do tipo Ender 3, de propriedade do autor da pesquisa, utilizando filamento do tipo PLA.

Figura 1. Modelo Tridimensional de um Coração em tamanho real

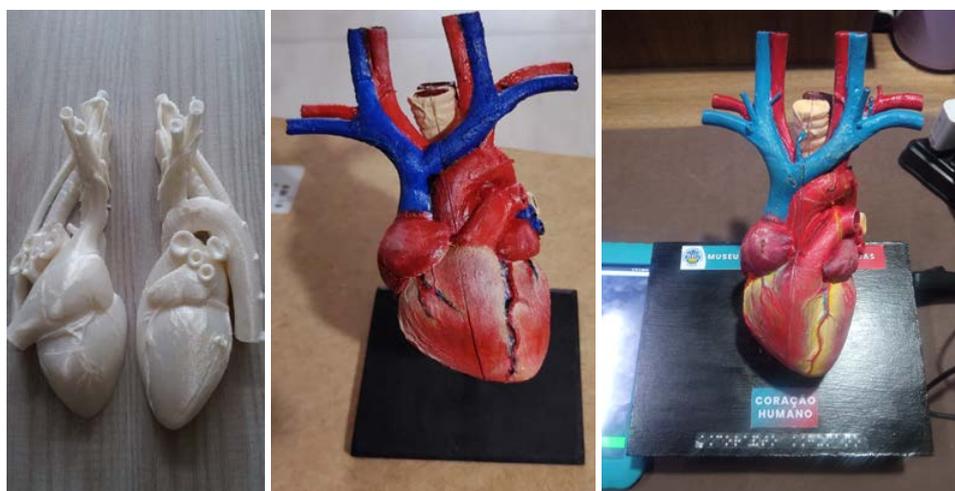
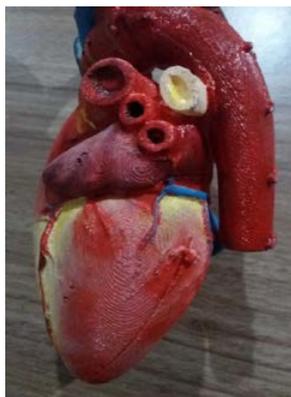
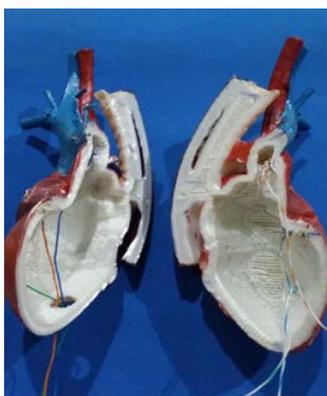


Figura 2. Detalhamento do Modelo 3D



Após a impressão do modelo 3D, foram integrados sensores nas partes essenciais para o entendimento do órgão. Para assegurar a precisão e determinar os locais exatos onde os sensores foram posicionados, o projeto contou com a colaboração de professores do Departamento de Morfologia da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Além disso, a seleção dos sensores a serem utilizados no modelo 3D foi feita por meio de testes que garantiram a viabilidade da interação sem afetar a morfologia do modelo biológico (Figura 3). Esse cuidado assegura que os sensores não comprometam a aparência ou a integridade do órgão no modelo 3D.

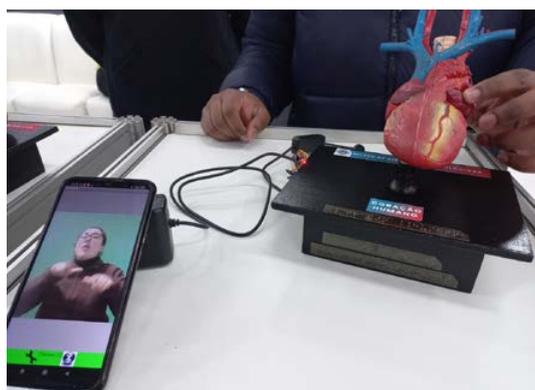
Figura 3. Modelo Tridimensional de um Coração em tamanho real



Após a inserção dos sensores, eles foram conectados ao *hardware*, que consiste na placa de desenvolvimento NodeMCU, e posteriormente foi desenvolvido o *firmware* correspondente.

Para possibilitar a interação com os alunos, o pesquisador criou um aplicativo que pode ser usado em *smartphones* ou *tablets* (Figura 4). Esse aplicativo foi desenvolvido no ambiente de programação MIT App Inventor, o que facilita o compartilhamento e permite que educadores com conhecimento limitado em programação o personalizem de acordo com suas necessidades específicas. Essa abordagem torna o uso do aplicativo mais acessível e adaptável para diferentes contextos educacionais.

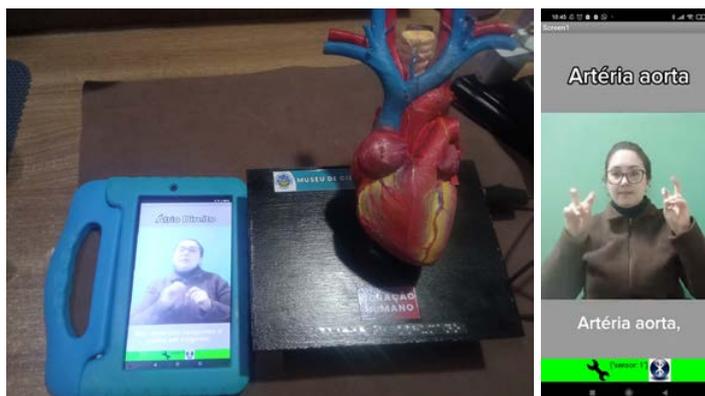
Figura 4. Modelo Tridimensional Interagindo com o Aplicativo



O aplicativo é composto por uma tela que possibilita a conexão com o *hardware*, e nele foram incorporados vídeos com audiodescrição e interpretação em Libras, que explica a região de interação. A comunicação entre o *hardware* e o aplicativo ocorre por meio de uma rede sem fio utilizando a tecnologia *bluetooth*. Esse design visa tornar a interação mais acessível e inclusiva para alunos com diferentes necessidades, fornecendo suporte tanto em áudio quanto em Libras para a compreensão do conteúdo.

Tanto os vídeos narrados e legendados (Figura 5), com tradução em Libras, que foram disponibilizados no aplicativo, foram produzidos por intérpretes de Libras. Essa abordagem garante uma comunicação acessível e inclusiva para alunos com deficiência auditiva e visual, tornando o conteúdo compreensível e adaptado às suas necessidades específicas.

Figura 5. Vídeos que compõem o Aplicativo



6 A Aplicação do Kit de Modelo Biológico nas Escolas

Esse kit de modelo biológico foi disponibilizado e avaliado em momentos distintos em duas escolas de atendimento especial da cidade de Pelotas. O primeiro momento aconteceu no dia 29 de setembro de 2023, onde utilizou-se dois períodos, ou seja, 90 minutos, para realizar a apresentação do kit 3D e a utilização desses pelos alunos. A turma tem oito (8) alunos, porém no dia estavam presentes apenas três (3) alunos, que então participaram da avaliação do kit.

O segundo encontro ocorreu em 3 de outubro de 2023. Nesse caso, o kit 3D foi inicialmente apresentado, seguido pela sua utilização pelos alunos. Esse processo demandou cerca de três (3) períodos, totalizando 135 minutos. Participaram desse processo um total de doze (12) alunos. É importante destacar que nesta segunda escola houve a necessidade de um intérprete de Libras para intermediar o processo de ensino e de aprendizagem, o que exigiu mais tempo. O intérprete traduzia os diálogos entre o pesquisador e os alunos, bem como entre os alunos e o pesquisador, tornando o processo mais acessível e inclusivo.

A implementação e exploração do kit nas escolas foram conduzidas com a participação ativa dos professores titulares da disciplina de Ciências, que utilizaram o recurso para ensinar sobre o funcionamento do coração. Adicionalmente, um especialista em morfologia da Universidade Federal de Pelotas esteve presente durante as sessões para fornecer informações complementares e esclarecer quaisquer dúvidas dos estudantes sobre o tema. Esta abordagem colaborativa entre o pesquisador e os profissionais educacionais assegurou uma experiência de aprendizagem rica e bem fundamentada para os alunos.

Para orientar a avaliação do kit e a experiência dos alunos em relação ao seu uso, o pesquisador elaborou um conjunto de perguntas norteadoras. Sendo assim, após a utilização do kit pelos discentes, foi realizada uma roda de conversa com os mesmos a partir dessas perguntas norteadoras, com o intuito de avaliar a percepção dos participantes em relação ao processo de ensino e de aprendizagem, as funcionalidades do sistema e sua aplicabilidade.

Utilizando a metodologia de Yin (2015), as respostas dos alunos foram meticulosamente analisadas para avaliar suas percepções e experiências. Este processo envolveu a categorização e interpretação das respostas para discernir tendências, auxiliando na avaliação da eficácia do kit no ensino e na aprendizagem. Os

resultados desta análise, detalhados nas seções subsequentes, forneceram uma base crucial para compreender a receptividade dos alunos ao kit e identificar áreas para futuras melhorias.

6.1 Relato do Encontro na Escola 1

O pesquisador iniciou a visita à escola com uma breve apresentação pessoal, estabelecendo uma conexão com os alunos e esclarecendo os objetivos da pesquisa de forma a criar um ambiente de confiança e abertura para a participação dos estudantes. Após a utilização do kit 3D (Figura 6), foi organizada uma roda de conversa com os alunos para coletar *feedbacks* e impressões de maneira informal e inclusiva. Este diálogo facilitou uma discussão aberta e permitiu que os alunos compartilhassem suas experiências e perspectivas de forma mais espontânea.

Figura 6. Aluna da Escola Louis Braille utilizando o Kit 3D



As conversas foram cuidadosamente gravadas e, posteriormente, meticulosamente transcritas utilizando o Google Documentos para garantir que as nuances e detalhes da discussão fossem preservados. Este processo de documentação foi crucial para a etapa de *compilação* de dados, onde todas as transcrições, junto com outras formas de dados coletados durante a visita (como observações), formassem uma base de dados robusta e rica em detalhes. Essa base serviu como um recurso valioso para análises subsequentes, assegurando que as percepções dos alunos estivessem no centro da investigação e das conclusões derivadas.

Com posse do conjunto diversificado de dados qualitativos, o pesquisador procedeu com a meticulosa fase de *desagrupamento*, sendo realizada uma análise detalhada das transcrições e outros materiais, destrinchando-os em unidades menores e mais gerenciáveis de informação. As unidades menores destacadas pelo pesquisador são: experiência com o modelo 3D; comparação com métodos anteriores; impacto na aprendizagem; uso do tato; *feedback* de aprendizagem; sugestões de melhoria e; reações emocionais.

A partir disso, o pesquisador reorganizou os dados da fase de desagrupamento em unidades menores em conjuntos de dados categorizados, realizando a fase de *reagrupamento*. As categorias podem ser vistas no Quadro 1.

A reorganização destas categorias proporciona uma visão estruturada dos dados, facilitando a etapa subsequente de interpretação. Nesta fase, o objetivo foi compreender os significados subjacentes às observações e como elas se conectam para criar uma narrativa coerente sobre o impacto da tecnologia 3D na educação. Vygotsky (2001) enfatiza que a aprendizagem é profundamente influenciada pelo contexto social e histórico. A introdução dos modelos 3D na educação é reflexo da evolução da tecnologia e da sociedade, oferecendo aos alunos a oportunidade de interagir com ferramentas que estão integradas ao seu ambiente contemporâneo.

Após o desagrupamento e o agrupamento, foi possível realizar a interpretação dos dados. Inicialmente podemos destacar que a descoberta de que os alunos nunca haviam interagido com modelos 3D revela uma lacuna significativa na experiência educacional dos alunos, especialmente na área das Ciências Morfológicas.

Vygotsky (2001) afirma que a aprendizagem é um processo social e que a interação com o ambiente desempenha um papel fundamental na construção do conhecimento. Portanto, a ausência dessa interação com modelos tridimensionais pode limitar a compreensão e a assimilação de conceitos nas Ciências Morfológicas.

Além disso, Vygotsky (2001) também enfatiza a importância da mediação do ambiente e dos adultos na aprendizagem das crianças, aplicando igualmente às pessoas com necessidades especiais. Desse modo, a criação e disponibilidade de recursos didáticos tridimensionais podem ser um meio eficaz de mediar a aprendizagem e promover a inclusão de todos os alunos, independentemente de suas habilidades ou limitações.

Quadro 1. Reagrupamento dos dados coletados da Escola Louis Braille

Categorias	Análise
Impacto na Aprendizagem	Compreensão melhorada através do modelo 3D em comparação com métodos antigos. O tato como ferramenta essencial na compreensão das formas e da morfologia. Aquisição de novos conteúdos através da interação com o modelo 3D. Continuidade do interesse e da exploração dos modelos após a aula.
Experiência Sensorial e Engajamento	Reação inicial dos alunos e professores ao tamanho real dos modelos. O termo “irado” indica entusiasmo e uma reação positiva. A sugestão de que a presença constante de modelos 3D poderia aumentar o desejo dos alunos de frequentar a escola.
Necessidades Técnicas e Sugestões de Melhoria	Ajustes necessários nos sensores para melhorar a sensibilidade e o tempo de resposta. Sugestão de diminuir a velocidade de narração nos vídeos. O pedido de ajustes no vídeo, provavelmente para melhorar a clareza e a compreensão.
Potencial de Expansão e Aplicações Futuras	O desejo de expandir o uso de modelos 3D para outras disciplinas. A percepção de que modelos 3D são uma evolução na prática pedagógica e contribuem significativamente para o aprendizado.

Pode-se observar que os modelos 3D são uma ferramenta educacional que trouxe resultados positivos na compreensão e no engajamento dos alunos e professores, visto que provocaram uma reação significativamente positiva em termos de compreensão dos alunos, especialmente ao permitir uma experiência tátil que não pode ser replicada por imagens 2D ou descrições textuais. No contexto vygotskiano, a utilização de modelos 3D pode ser vista como uma forma de mediação, onde essas ferramentas facilitam a compreensão e o engajamento dos alunos. A capacidade de proporcionar uma experiência tátil, que vai além das imagens 2D ou descrições textuais, é particularmente valiosa. Isso porque a aprendizagem é vista como um processo social e culturalmente mediado, e a interação direta com objetos físicos, como modelos 3D, pode enriquecer a compreensão dos conceitos, tornando o aprendizado mais significativo.

Sendo assim, a confirmação de que o tato é uma ferramenta principal para a compreensão das formas e morfologia dos órgãos aponta para a importância da integração de experiências táteis na educação. A aprendizagem tátil, que é sequencial e gradual, contrasta com a percepção visual sintética e global, realçando a necessidade de materiais didáticos que possam ser explorados por meio de ambos os canais. Vygotsky (2001) enfatiza a interação social e a mediação cultural como elementos essenciais para o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem. No contexto dessa discussão, a aprendizagem tátil pode ser vista como uma forma de mediação que promove a compreensão e o desenvolvimento cognitivo dos alunos, visto que a aprendizagem tátil, ao permitir que os alunos explorem objetos tridimensionais, fornece uma oportunidade significativa de interação com o ambiente, pois eles podem tocar, sentir e explorar as características físicas dos órgãos.

A comparação com métodos anteriores mostra uma clara preferência pelo modelo 3D, embora seja necessário fazer ajustes técnicos para otimizar a experiência de aprendizado. O *feedback* dos alunos sobre o realismo proporcionado pelos modelos 3D ilustra o impacto positivo desses modelos na compreensão do funcionamento do corpo humano. A capacidade dos modelos de aproximar os alunos da forma real dos órgãos transcende as limitações dos materiais adaptados tradicionais, que muitas vezes falham em fixar a forma e os detalhes complexos necessários para a compreensão morfológica.

Vygotsky (2001) enfatiza a importância da mediação e da ZDI na aprendizagem. Nesse contexto, os modelos 3D atuam como um mediador, pois permitem aos alunos explorar de forma tangível e visual a morfologia dos órgãos, aproximando-os da forma realista dessas estruturas.

O relato dos alunos sobre a evolução e a contribuição significativa dos modelos 3D para o ensino de pessoas com deficiência visual alinha-se com a perspectiva de Mourão (2018), que enfatiza a utilização de meios alternativos para que esses alunos se apropriem ativamente e com autonomia dos conceitos. A inclusão da audiodescrição, ressaltada por Zehetmeyr (2016) como parte da Tecnologia Assistiva, evidencia a necessidade de uma abordagem sinérgica que utilize múltiplos recursos para facilitar a aprendizagem.

Em relação ao engajamento emocional e motivação, um aluno utilizou o uso do termo “irado” para expressar suas emoções ao usar o produto. Isto não é apenas uma manifestação de entusiasmo, mas também um indicador de um envolvimento emocional mais profundo que pode levar a um aumento na motivação e, possivelmente, à melhoria da retenção de conhecimento. A perspectiva de que os alunos preferiram permanecer na escola, se as aulas incluíssem continuamente modelos 3D, sugere que o engajamento ativo com materiais de aprendizado tridimensionais tem o potencial de transformar a experiência educacional. Podemos dizer que com a reação emocional dos alunos sugere um aumento na motivação e interesse pelas aulas que utilizam essa tecnologia.

Vygotsky (2001) enfatiza a conexão entre a atividade emocional e o processo de aprendizagem. Ele argumenta que as emoções desempenham um papel significativo na motivação e no envolvimento do aluno, ou seja, quando os alunos estão emocionalmente envolvidos em uma atividade de aprendizagem, sua motivação tende a aumentar. Isso pode levar a uma maior atenção aos detalhes, ao interesse em explorar e entender conceitos de forma mais profunda e à melhoria na retenção de conhecimento. A expressão de que os alunos preferiram permanecer na escola se as aulas incluíssem continuamente modelos 3D é uma evidência clara desse aumento na motivação e no interesse pelas aulas que utilizam essa tecnologia.

Embora os modelos 3D tenham sido recebidos positivamente, a necessidade de ajustes técnicos nos sensores e na velocidade de narração dos vídeos aponta para barreiras que, se não forem endereçadas, podem diminuir a eficácia desta ferramenta educacional. Tais melhorias são vitais para garantir que o aprendizado seja acessível, inclusivo e otimizado para diferentes ritmos de aprendizagem. Neste caso, Vygotsky (2001) argumenta que a aprendizagem é um processo ativo e que os recursos educacionais devem ser adaptados às necessidades individuais dos alunos. Isso inclui a consideração das diferenças de ritmo de aprendizagem e das barreiras específicas que os alunos podem enfrentar. A busca por melhorias técnicas nos modelos 3D é uma manifestação do desejo de tornar a educação mais acessível e inclusiva.

A expressão de desejo de expandir o uso de modelos 3D para outras áreas do conhecimento reflete o potencial percebido dessa tecnologia não apenas como uma novidade, mas como um elemento fundamental para a educação moderna. A sugestão de que os modelos 3D poderiam ser utilizados em várias disciplinas sugere uma abertura para a inovação pedagógica que vai além do ensino das Ciências.

A interpretação destes dados indica que a introdução de modelos 3D nas aulas proporciona uma experiência de aprendizado mais rica e envolvente, que pode atender a uma gama mais ampla de estilos de aprendizagem e necessidades educacionais. Além disso, resalta-se a importância de ajustes contínuos e *feedback* iterativo para aprimorar essas ferramentas educacionais. Essas interpretações servem como base para as conclusões finais e as recomendações estratégicas para futuras intervenções educacionais e investimentos em tecnologias de aprendizado.

Portanto, é evidente que a integração de modelos tridimensionais na prática pedagógica representa um avanço significativo, sendo acolhida com entusiasmo tanto pelos discentes quanto pelos docentes. O fervor e a vivacidade, expressos pelos estudantes, não são meros indicativos de satisfação, mas sim reflexos de uma imersão profunda e um interesse renovado no processo educacional. Essa imersão, potencialmente conducente a uma assimilação mais robusta e duradoura dos conhecimentos, abre caminho para a inovação contínua em metodologias de ensino. Além disso, Vygotsky (2001) destaca a importância da imaginação no processo de aprendizagem. Os modelos 3D podem estimular a imaginação dos alunos, permitindo-lhes visualizar e explorar conceitos de maneiras que vão além das representações tradicionais.

No entanto, a jornada rumo à excelência no uso de modelos 3D revela desafios técnicos que demandam atenção. Solucionar esses desafios poderá não só amplificar os benefícios já observados, mas também elevar a qualidade do aprendizado a patamares ainda maiores.

Além disso, a perspectiva de transpor a aplicabilidade desses modelos para um espectro mais amplo de disciplinas acadêmicas surge como uma progressão natural e promissora. A receptividade e a resposta construtiva

dos alunos sinalizam uma trilha importante para essa expansão, antecipando um impacto transdisciplinar que pode redefinir a maneira como o conteúdo curricular é assimilado e aplicado.

6.2 Relato do Encontro na Escola 2

Procurando percorrer as mesmas etapas de aplicação da Escola Louis Braille, o pesquisador iniciou a visita à escola com uma breve apresentação pessoal, com o auxílio de uma intérprete em Libras, estabelecendo uma conexão com os alunos e esclarecendo os objetivos da pesquisa de forma a criar um ambiente de confiança e abertura para a participação dos estudantes.

Após a demonstração do kit 3D (Figura 7), foi organizada uma roda de conversa com os alunos para coletar *feedbacks* e impressões de maneira informal e inclusiva. Esta troca facilitou uma discussão aberta e permitiu que os alunos compartilhassem suas experiências e perspectivas de forma mais espontânea.

Figura 7. Aluno da Escola Alfredo Dub utilizando o Kit 3D



As interações foram cuidadosamente gravadas e, posteriormente, meticulosamente transcritas, utilizando o Google Documentos para garantir que as nuances e detalhes da discussão fossem preservados. Este processo de documentação foi crucial para a etapa de *compilação de dados*, onde todas as transcrições, junto com outras formas de dados coletados durante a visita (como observações), formaram uma base de dados robusta e rica em detalhes. Essa base serviu como um recurso valioso para análises subsequentes, assegurando que as percepções dos alunos estejam no centro da investigação e das conclusões derivadas.

Com posse de conjunto diversificado de dados qualitativos, o pesquisador procedeu com a meticulosa fase de *desagrupamento*, sendo realizada uma análise detalhada das transcrições e outros materiais, destrinchando-os em unidades menores e mais gerenciáveis de informação. As unidades menores destacadas pelo pesquisador são: conhecimento tecnológico; barreiras de comunicação; engajamento do aluno; metodologia de ensino e percepção visual versus tátil.

A partir disso, o pesquisador reorganizou os dados da fase de *desagrupamento* em unidades menores em conjuntos de dados categorizados, realizando a fase de *reagrupamento*. As categorias podem ser vistas no Quadro 2.

Quadro 2. Reagrupamento dos dados coletados na Escola Alfredo Dub

Categorias	Análise
Adoção de Tecnologia e Desenvolvimento de Habilidades	Alunos não estavam familiarizados com impressoras 3D, indicando uma oportunidade de integrar tecnologias emergentes no currículo educacional para desenvolver competências relevantes. A necessidade de os professores explicarem previamente o conteúdo antes de utilizarem os modelos sugere a importância do desenvolvimento profissional focado em métodos de ensino inovadores.
Comunicação, Linguagem e Inclusão	A dificuldade na tradução de termos técnicos para Libras e a falta de sinais específicos ressaltam a necessidade de materiais e métodos de ensino mais inclusivos. Os desafios enfrentados pelos intérpretes de Libras apontam para a necessidade de adaptar o currículo para ser mais acessível, possivelmente através do desenvolvimento de novos sinais ou da utilização de recursos visuais complementares.
Engajamento e Interatividade	Os modelos 3D incitaram perguntas e aprofundaram o interesse dos alunos, mostrando que recursos interativos podem aumentar a participação e a curiosidade. A diferença notada pelos alunos entre as imagens e os modelos 3D reforça a ideia de que experiências práticas são fundamentais para a compreensão da realidade complexa e tridimensional dos órgãos estudados.
Ensino e Aprendizado Multimodal	A combinação de explicações teóricas com a interação tátil dos modelos 3D enfatiza a eficácia de abordagens multimodais no ensino. A transição de imagens bidimensionais para modelos tridimensionais promove um entendimento mais profundo da anatomia, demonstrando a importância da inclusão de recursos que atendam a diversos estilos de aprendizagem.
Feedback e Iteração Contínua	O <i>feedback</i> dos alunos e professores sugere que, embora a reação ao uso de modelos 3D tenha sido amplamente positiva, é necessária uma revisão contínua e ajustes para aprimorar a experiência educacional.

Após o desagrupamento e o agrupamento, foi possível realizar a interpretação dos dados. Inicialmente podemos destacar que há uma necessidade de integrar tecnologia educacional, como modelos 3D, ao conhecimento prévio dos alunos, o que requer uma abordagem pedagógica que inclua tanto a familiarização com a tecnologia quanto o seu uso prático. Vygotsky (2001) enfatiza a importância da ZDP, que é a distância entre o que um aluno pode fazer sozinho e o que pode fazer com ajuda. Assim, a introdução de tecnologia educacional, como modelos 3D, pode ser vista como uma forma de apoio dentro da ZDP, onde os alunos podem adquirir novos conhecimentos com o auxílio dessa tecnologia. Os modelos 3D atuam como ferramentas mediadoras que ajudam os alunos a expandir suas habilidades e compreensão.

O fato de que os alunos não conheciam a impressora 3D, nem tinham experiência com modelos 3D, evidencia uma lacuna significativa no sistema educacional, em termos de integração de tecnologias no processo de ensino e de aprendizagem. Vygotsky (2001) argumenta que o aprendizado é mais eficaz quando os alunos conseguem atribuir significado ao conteúdo. Os modelos 3D oferecem uma oportunidade para os alunos explorarem conceitos de forma tangível e sensorial, o que pode facilitar a construção de significado e compreensão mais profunda.

Isto ressalta a necessidade de atualização curricular e de recursos didáticos para incluir ferramentas modernas de aprendizado. Transpor para objetos tridimensionais modelos que existem apenas em imagens no computador amplia as possibilidades através da funcionalidade e acessibilidade que esse recurso promove (Doyle, 2014; Soares *et al.*, 2012). Entretanto, para ser utilizada de forma eficaz na educação, é essencial que a tecnologia 3D esteja inserida na formação docente, pois se não houver uma integração com as práticas educacionais, essas novas alternativas poderão ser interpretadas como fatores que atrapalham a educação.

A curiosidade e surpresa demonstradas pelos alunos ao manusear o modelo biológico do coração, além de alguma repulsa, mostram uma resposta visceral e engajada ao aprendizado experiencial. Isso aponta para o valor educacional de fornecer experiências de aprendizado que envolvam mais do que a cognição, mas também os sentidos e emoções. Com tudo, a interatividade proporcionada pelos modelos 3D tem um impacto positivo no engajamento dos alunos, incentivando a exploração e a formulação de perguntas, o que é essencial para um aprendizado ativo. Neste caso, Vygotsky (2001) enfatiza a conexão entre emoções e aprendizado. A resposta visceral e emocional dos alunos ao manusear o modelo do coração demonstra como a aprendizagem

pode ser mais eficaz quando envolve não apenas a cognição, mas também os sentidos e as emoções. Isso sugere que a criação de experiências de aprendizado imersivas e emocionantes pode ser fundamental para promover o envolvimento dos alunos.

Além disso, Vygotsky (2001) argumenta que a aprendizagem é um processo ativo, e a interatividade proporcionada pelos modelos 3D promove exatamente isso. Ao manusear os modelos e explorar suas características, os alunos estão envolvidos ativamente no processo de aprendizado. Isso os incentiva a fazer perguntas, a experimentar e a formular hipóteses, o que é essencial para um aprendizado ativo e significativo.

No que diz respeito à relevância de materiais didáticos inclusivos em sala de aula, os estudantes apontaram a grande importância desses recursos, já que eles apoiam o processo de aprendizagem, principalmente quando o professor conduz a explanação e facilita a interação subsequente com o modelo. Assim, a abordagem experiencial, na qual os alunos têm a oportunidade de interagir diretamente com objetos tridimensionais, como modelos 3D do coração, é consistente com a visão de Vygotsky (1991) de que a aprendizagem ocorre por meio da interação com o ambiente. Essas experiências práticas podem ser altamente eficazes para a construção do conhecimento e o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Dessa forma, fica evidente que a aprendizagem é um processo que ocorre em etapas e que pode ser facilitado pelos recursos cada vez mais adaptados à diversidade de público que atinge o sistema educacional.

Além disso, a afirmação do professor sobre as limitações do aprendizado por imagens bidimensionais em comparação com os modelos tridimensionais destaca o potencial dos modelos 3D para proporcionar um entendimento mais profundo e detalhado. Isso sugere que a inclusão de recursos táteis e visuais no ensino pode melhorar significativamente a compreensão dos alunos.

É importante destacar que a eficácia do modelo 3D como ferramenta educacional depende fortemente de sua integração nas práticas pedagógicas, o que requer formação docente específica. Professores precisam ser capacitados não só no uso técnico dessas ferramentas, mas também em como integrá-las pedagogicamente.

De acordo com Duek (2014), não é necessário um currículo diferente, mas uma adaptação nos métodos, estratégias, tempo, e nos materiais, possibilitando a maior participação do aluno com deficiência nas atividades escolares. Assim, destacamos a ênfase de Vygotsky (2001) na adaptação do ambiente de aprendizado para atender às necessidades individuais dos alunos. Vygotsky argumenta que os recursos podem ser usados para mediar a aprendizagem e criar oportunidades para que todos os alunos alcancem seu potencial máximo, independentemente de suas diferenças individuais.

Outro aspecto a ser observado são os desafios de comunicação, onde destaca-se a importância da inclusão e da acessibilidade no ensino, necessitando de adaptações no vocabulário técnico e na tradução para linguagem de sinais. Vygotsky (1998) enfatiza que a linguagem desempenha um papel fundamental no processo de aprendizagem e no desenvolvimento cognitivo das crianças. No contexto da educação especial, adaptar o vocabulário técnico e utilizar a tradução para linguagem de sinais são estratégias importantes para mediar a comunicação e tornar o conteúdo acessível a todos os alunos, independentemente de suas necessidades individuais. Isso se alinha com a ideia de que a aprendizagem ocorre por meio da interação social e da mediação da linguagem.

Além disso, a interação dos alunos com os modelos 3D pode incentivar o aprendizado colaborativo, onde eles trabalham juntos para explorar e compreender os conceitos. Essa abordagem está alinhada com a ênfase de Vygotsky (2001) na colaboração entre pares como um meio eficaz de aprendizado.

Apesar de todos os benefícios destacados, houve dificuldade com termos técnicos e a falta de sinais específicos em Libras indicam barreiras que precisam ser superadas. Pode ser necessário o desenvolvimento de novos sinais ou estratégias pedagógicas para ensinar conceitos complexos de maneira inclusiva. Apesar disso, a interação com o kit 3D resultou em um aumento nas perguntas dos alunos, sugerindo que o material didático interativo promove uma participação mais ativa e um interesse mais profundo pelo assunto em estudo.

A interpretação dos dados indica que o uso de modelos 3D e a integração de tecnologias inovadoras no ensino têm o potencial de transformar significativamente a aprendizagem, tornando-a mais rica, inclusiva e engajadora. No entanto, essas tecnologias não devem ser vistas como um fim em si mesmas, mas como ferramentas que, quando alinhadas com práticas pedagógicas adequadas e uma abordagem inclusiva, podem aprimorar significativamente o processo educativo.

Com base nas interpretações, pode-se tirar algumas considerações finais, bem como recomendações estratégicas para futuras intervenções educacionais e investimentos em tecnologias de aprendizado.

Portanto, é evidente que o uso de modelos 3D e a integração de tecnologias inovadoras no ensino têm o potencial de transformar significativamente a aprendizagem, tornando-a mais rica, inclusiva e engajadora. Além disso, a tradução de terminologias técnicas e a sincronização com a interpretação em Libras devem ser priorizadas para garantir a inclusão e acessibilidade no ambiente de aprendizagem.

Desse modo, a utilização de modelos 3D como ferramenta pedagógica é confirmada como benéfica, desde que acompanhada de um suporte teórico adequado, visto que tais modelos oferecem uma dimensão adicional de compreensão, que supera as limitações das representações bidimensionais, e contribui significativamente para o estudo de disciplinas como a morfologia.

7 Considerações Finais

Este artigo aborda a transformação do cenário educacional para pessoas com deficiências, destacando a importância da educação inclusiva e da tecnologia assistiva na promoção da igualdade de acesso ao conhecimento científico. O objetivo principal foi desenvolver um kit de modelo biológico 3D para auxiliar alunos com deficiência visual e auditiva nas aulas de morfologia, utilizando tecnologia assistiva para promover sua autonomia.

Para criar esse kit, foram essenciais as informações obtidas com professores que trabalham com alunos com deficiência visual e auditiva. Esses dados orientaram a elaboração dos modelos e sistemas de sensores, preenchendo uma lacuna existente na disponibilidade de recursos didáticos adaptados para esses alunos.

A pesquisa ressalta a importância da aprendizagem tátil, especialmente para alunos com deficiência visual e auditiva, já que o sentido do tato desempenha um papel crucial na compreensão da forma dos órgãos. Os modelos 3D foram bem recebidos pelos alunos, indicando seu potencial para motivar e despertar interesse nos conteúdos estudados. No entanto, foram identificadas necessidades de ajustes técnicos nos sensores e na velocidade de narração dos vídeos, para melhor atender às diferentes necessidades de aprendizagem e abranger diversas disciplinas.

Diante dos resultados, as perspectivas incluem aprimorar os sistemas de sensores, expandir a aplicabilidade dos modelos para outras disciplinas, aumentar a divulgação em instituições educacionais e disponibilizar os modelos em museus de Ciências Morfológicas para acesso da comunidade em geral. Essas iniciativas visam aperfeiçoar a acessibilidade ao conhecimento científico e promover uma educação mais inclusiva e engajadora para todos.

Referências

ALVES, D. de A.. Tecnologia assistiva e inclusão: a construção da consciência espacial-cidadã de deficientes visuais. 2017.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Parecer nº17/2001, de 3 de julho de 2001.** Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. Brasília: Conselho Nacional de Educação, 2001b. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/normas-classificadas-por-assunto/educacao-especial#:~:text=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CNE%2FCEB%20n%C2%BA%202,Educa%C3%A7%C3%A3o%20Especial%20na%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20B%C3%A1sica>. Acesso em: 03 fev. 2022.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução nº 2/2001, de 11 de setembro de 2001.** Institui as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. Brasília: Conselho Nacional de Educação, 2001a. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/normas-classificadas-por-assunto/educacao-especial#:~:text=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CNE%2FCEB%20n%C2%BA%202,Educa%C3%A7%C3%A3o%20Especial%20na%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20B%C3%A1sica>. Acesso em: 03 fev. 2022.

BRASIL. Decreto nº 10.502, de 30 de setembro de 2020. Institui a Política Nacional de Educação Especial: Equitativa, Inclusiva e com Aprendizado ao Longo da Vida. Brasília; MEC. SEMESP. 2020.

BRASIL. Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 25 abr. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm. Acesso em: 13 maio 2024.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 13 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria nº 2.678, de 24 de setembro de 2002. Aprova o projeto da Grafia Braille para a Língua Portuguesa e recomenda seu uso em todo o território nacional. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 187, p. 24, 26 set. 2002. Disponível em: <https://gedh-uerj.pro.br/legislacao/portaria-no-2-678-de-24-de-setembro-de-2002/>. Acesso em: 13 maio 2024.

BRASIL. Política nacional de educação especial na perspectiva da educação inclusiva. Brasília, jan. 2008.

BRASIL. SECRETARIA ESPECIAL DOS DIREITOS HUMANOS. **Ata da VII Reunião do Comitê de Ajudas Técnicas, de 13 a 14 de dezembro de 2007**. Comitê de Ajudas Técnicas, Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (CORDE/SEDH/PR). Brasília, DF: Secretaria Especial dos Direitos Humanos, 2007. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Ata_VII_Reunião_do_Comitê_de_Ajudas_Técnicas.pdf. Acesso em: 03 fev. 2022.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, abr. 2003. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141324782003000100009&lng=es&nrm=iso. Acesso 12 junho 2021.

COMARÚ, M. W. A facilitação do acesso de alunos com deficiência visual ao ensino superior na área biomédica: pesquisa para o desenvolvimento e avaliação de materiais e métodos aplicáveis ao estudo de disciplinas morfológicas. 2012. 126 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2012.

CURY, C. R. J. Direito à educação: direito à igualdade, direito à diferença. Cadernos de Pesquisa, n.116, p.245-262, jun. 2002.

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F. de; DARIZ, M. F.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, n. 45, p. 57–67, 2013. DOI: <https://doi.org/10.15210/caduc.v0i45.3822>

DOYLE, K. Bioprinting: From Patches to Parts. Genetic Engineering & Biotechnology News v. 34, n. 10, 2014. 34–35p. Disponível em: 79 <http://online.liebertpub.com/doi/pdf/10.1089/gen.34.10.02>. Acesso em: 16 de jul. 2022.

DUEK, V. P. Formação continuada: análise dos recursos e estratégias de ensino para a educação inclusiva sob a ótica docente. Educação em Revista, v. 30, n. 2, p. 17 – 42, jun. 2014.

FERREIRA, G. C.; TOMAN, A. EDUCAÇÃO ESPECIAL E INCLUSÃO: O QUE MOSTRAM AS INICIATIVAS DE FORMAÇÃO CONTINUADA?. Revista Docência e Cibercultura, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 367–386, 2020. DOI: 10.12957/redoc.2020.54811. Disponível em: <https://www.epublicacoes.uerj.br/re-doc/article/view/54811>. Acesso em: 23 set. 2022.

GRIBOSKI, C. M. et al. Política nacional de educação especial na perspectiva da educação inclusiva. 2008

LAPLANE, A. L. F. de.; BATISTA, C. G. (2003). Um estudo das concepções de professores de ensino fundamental e médio sobre a aquisição de conceitos, aprendizagem e deficiência visual [Resumo]. Em Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação Especial (Org.), Anais do I Congresso Brasileiro de Educação Especial, IX Ciclo de Estudos sobre Deficiência Mental, (pp. 14-15). São Carlos: UFSCar

LIMA, N. R. W.; DELOU, C. M. C. Ponto de vista em diversidade e inclusão volume 3. Niterói - Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Diversidade e Inclusão, 2017.

- MONICO, P. A.; MORGADO, L. A. S.; ORLANDO, R. M. Formação inicial de professores na perspectiva inclusiva: levantamento de produções. *Revista Psicologia Escolar e Educacional*, v. 22, número especial, p. 41 – 48, ago./jan. 2018.
- MOURÃO, M. P. et al. O Ensino Do Corpo Humano Para Alunos Com Deficiência: Reflexões Sobre Aulas De Ciências E O Uso De Recursos Da Tecnologia Assistiva. *Anais eletrônicos do VII Seminário Corpo, Gênero e Sexualidade, do III Seminário Internacional Corpo, Gênero e Sexualidade e do III Luso-Brasileiro Educação em Sexualidade, Gênero, Saúde e Sustentabilidade*. 19 a 21 de setembro, 2018, Furg, Rio Grande.
- PEIXINHO, M. A. A. Formação de professores na perspectiva colaborativa para professores que atuam com alunos público-alvo da Educação Especial. 142 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, 2016.
- SANTOS, D. A. do N. do; SCHLÜNZEN, E. T. M.; SCHLÜNZEN, K. Formação para a educação inclusiva e especial. *Journal of Research in Special Educational Needs*, v. 16, sem número, p. 539 – 543, sem mês, 2016.
- SASSAKI, R. K.: *Inclusão: Construindo uma sociedade para todos*. Rio de Janeiro WVA. 1997.
- VILARONGA, C. A. R. Colaboração da educação especial em sala de aula: formação nas práticas pedagógicas do ensino. Tese de doutorado (Educação Especial) – Universidade Federal de São Carlos: UFSCar, 2014.
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/167796>. Acesso em: 03 fev. 2022.
- VYGOTSKY, Lev Semiónovic. *A formação social da mente*. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- ZEHETMEYR, T. R. de O. **O uso da audiodescrição como tecnologia educacional para alunos com deficiência visual**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologias na Educação) - Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Pelotas, 2016. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://ppgcited.cavg.ifsul.edu.br/wp-content/uploads/2024/04/tania_zehetmeyer_dissertacao.pdf. Acesso em: 03 fev. 2022.

Sobre os autores

Maria Isabel Giusti Moreira

Graduação em Ciência da Computação pela Universidade Católica de Pelotas (2004), mestrado em Ciência da Computação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (2006) e doutorado em Ciência da Computação pela Universidade do Rio Grande do Sul (2017).

Anderson Ferreira Rodrigues

Especialista em Educação Profissional e Tecnológica, Graduado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Técnico em Eletrônica e atualmente está cursando Engenharia Eletrônica pela UFPEL. Colaborador em Projetos da Universidade Federal de Pelotas. Entre as experiências profissionais é englobado as áreas de Automação Bancária, Automação Residencial, Automação Industrial, Automação Comercial, Instrumentação Industrial, Teleinformática, Eletrônica e Elétrica. Conhecimento avançado nas ramificações da Tecnologia da Informação, em várias linguagens de programação e desenvolvimento de projetos eletroeletrônicos. Tendo como principal linha de pesquisa o uso da tecnologia para Automação e para Educação.

João Ladislau Barbará Lopes

Doutorado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS, 2016). Possui mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Católica de Pelotas (UCPel, 2008). Possui especialização em Planejamento e Administração em Informática pela Universidade Católica de Pelotas (UCPel, 1997) e Gestão Empresarial pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG, 2000). Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeL, 1992) e graduação em Tecnologia em Processamento de Dados pela Universidade Católica de Pelotas (UCPel, 1992).

Como citar:

MOREIRA, Maria Isabel Giusti; RODRIGUES, Anderson Ferreira; LOPES, João Ladislau Barbará. Aplicação de um kit 3D interativo para a inclusão de alunos com deficiência visual e auditiva no ensino de morfologia. **Rev. Tecnol.**, Fortaleza, v. 45, p. 1-22, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5020/23180730.2024.15546>

Aceito em: 23/10/2024

Avaliado em: 26/11/2024