

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE
CAMPUS PELOTAS - VISCONDE DA GRAÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA
EDUCAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

ANDERSON FERREIRA RODRIGUES

**UMA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA A PROMOÇÃO DA
AUTONOMIA DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL E
AUDITIVA NO ENSINO DE MORFOLOGIA**

**Pelotas
2024**

ANDERSON FERREIRA RODRIGUES

**UMA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA A PROMOÇÃO DA AUTONOMIA DE
ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL E AUDITIVA NO ENSINO DE
MORFOLOGIA**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação do Campus Pelotas - Visconde da Graça do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologias na Educação, área de concentração: Tecnologias na Educação.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 05/04/2024.

Banca examinadora:

Prof.^a. Dr.^a. Maria Isabel Giusti Moreira
Orientadora
(CaVG/IFSul)

Prof. Dr. João Ladislau Barbará Lopes
Coorientador
(CaVG/IFSul)

Prof. Dr. Vinícius Carvalho Beck
(CaVG/IFSul)

Prof.^a Dr.^a Anelise Levay Murari
(UFSM)

Prof.^a Dr.^a Sandra Mara da Encarnação Fiala Rechsteiner
(UFPEL)

R696t Rodrigues, Anderson Ferreira
Uma Tecnologia Assistiva para a promoção da autonomia de alunos com deficiência visual e auditiva no Ensino de Morfologia / Anderson Ferreira Rodrigues. – 2024.
117 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Câmpus Pelotas Visconde da Graça, Programa de Pós - graduação em Ciências e Tecnologias da Educação, 2024.
Orientadora: Profa. Dra. Maria Isabel Giusti Moreira.
Coorientador: Prof. Dr. João Ladislau Barbará Lopes.

1. Tecnologias na educação. 2. Morfologia. 3. Tecnologia Assistiva. 4. Alunos – deficiência auditiva. 5. Alunos – deficiência visual. I. Moreira, Maria Isabel Giusti (ori.), II. Lopes, João Ladislau Barbará (coor.) III. Título.

CDU: 378.046-021.68:57

Catálogo na fonte elaborada pelo Bibliotecário
Vitor Gonçalves Dias CRB 10/1938
Câmpus Pelotas Visconde da Graça

AGRADECIMENTO

Aos meus pais por ter propiciado a estrutura, educação, apoio, incentivo e a ajuda necessária para o desenvolvimento tanto pessoal quanto acadêmico.

A minha esposa e meu filho pelo carinho e apoio. Também por manter a estrutura necessária nos bastidores e por abdicar do tempo e espaço, principalmente nas aulas e atividades dentro de casa, durante a pandemia.

A todas as escolas e professores que fizeram parte da minha trajetória de formação.

A minha orientadora pela paciência, pelas orientações e pelo apoio de prontidão, apresentando durante todo o programa de mestrado.

Ao meu coorientador pelas sugestões apresentadas que enriqueceram o trabalho realizado.

A banca, que contribuiu com as sugestões e questionamentos que nortearam o desenvolvimento do trabalho.

Aos professores da Universidade Federal de Pelotas pelas contribuições fundamentais para o desenvolvimento do Produto Educacional.

Aos integrantes do projeto Museu de Ciências Morfológicas pela colaboração.

RESUMO

A Declaração de Salamanca e a Conferência sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da Organização das Nações Unidas representaram marcos importantes nos direitos de crianças e jovens com deficiências e necessidades educacionais. No entanto, apesar dos esforços de algumas organizações para promover políticas públicas em defesa dos direitos humanos, ainda persistem processos discriminatórios que resultam em situações excludentes. Esse cenário aponta para a necessidade de adotar medidas que contribuam para a transformação de valores sociais, especialmente no contexto educacional. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver um kit de modelo biológico 3D com o propósito de promover a autonomia dos alunos com deficiência visual e auditiva durante as aulas de Morfologia, fazendo uso da tecnologia assistiva. Para o desenvolvimento desse produto educacional, optou-se pela confecção em uma impressora 3D de um modelo em tamanho real de um coração humano em PLA, equipado com um Sistema Embarcado que ativa vídeos com audiodescrição para pessoas com restrição visual e disponibiliza legendas e tradução em Libras para pessoas surdas. Essa escolha foi feita considerando o baixo custo de produção, a facilidade de impressão e a riqueza de detalhes do modelo. O processo de investigação foi fundamentado na abordagem qualitativa, e para conduzir a pesquisa, foi adotada a metodologia de intervenção pedagógica. Os alunos das Escolas Alfredo Dub e Louis Braille, localizadas na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, tiveram a oportunidade de utilizar o produto educacional. A avaliação desse produto educacional foi realizada por meio de uma roda de conversa com os alunos após o uso do kit. A incorporação de recursos de tecnologia assistiva nos modelos permitiu que os estudantes avançassem em seu aprendizado de acordo com seu ritmo e adquirissem maior autonomia no processo educacional. O produto educacional será divulgado nas escolas, em eventos e estará disponível em um museu, proporcionando acesso à comunidade e contribuindo para a autonomia no processo de ensino e de aprendizagem.

Palavras-chave: Modelos Biológicos 3D; Inclusão; Biologia

ABSTRACT

The Salamanca Statement and the United Nations Conference on the Rights of Persons with Disabilities represented significant milestones in the rights of children and young individuals with disabilities and educational needs. However, despite the efforts of some organizations to promote public policies in defense of human rights, discriminatory processes persist, resulting in exclusionary situations. This scenario points to the need to adopt measures that contribute to the transformation of social values, especially in the educational context. In this context, this work aimed to develop a 3D biological model kit with the purpose of promoting the autonomy of students with visual and auditory impairments during Morphology classes, using assistive technology. For the development of this educational product, we chose to create a life-sized 3D model of a human heart in PLA using a 3D printer, equipped with an Embedded System that activates videos with audio descriptions for visually impaired individuals and provides subtitles and translation into Brazilian Sign Language (Libras) for deaf individuals. This choice was made considering the low production cost, ease of printing, and the richness of details in the model. The research process was based on a qualitative approach, and to conduct the research, a pedagogical intervention methodology was adopted. Students from Alfredo Dub and Louis Braille Schools in the city of Pelotas, Rio Grande do Sul, had the opportunity to use the educational product. The evaluation of this educational product was carried out through a discussion session with the students after using the kit. The incorporation of assistive technology resources in the models allowed students to progress in their learning at their own pace and gain greater autonomy in the educational process. The educational product will be disseminated in schools, events, and will be available in a museum, providing community access and contributing to autonomy in the teaching and learning process.

Keywords: 3D Biological Models; Inclusion; Biology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de Deficiências mais apresentadas nos ingressantes do Ensino Superior.....	33
Figura 2. Modelo Tridimensional de um Coração em tamanho real	56
Figura 3. Detalhamento do Modelo 3D	56
Figura 4. Modelo Tridimensional de um Coração em tamanho real	57
Figura 5. Modelo Tridimensional Interagindo com o Aplicativo.....	58
Figura 6. Vídeos que compõem o Aplicativo.....	59
Figura 7. Alunos da Escola Louis Braille utilizando o produto educacional	62
Figura 8. Aluno da Escola Alfredo Dub utilizando o produto educacional	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Estudos Relacionados	17
Quadro 2. Reagrupamento dos dados coletados da Escola Louis Braille	63
Quadro 3. Reagrupamento dos dados coletados na Escola Alfredo Dub.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D - tridimensional

AEE- Atendimento Educacional Especializado

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CAT - Comitê de Ajuda Técnicas

CENESP - Centro Nacional de Educação Especial

IBC - Instituto Benjamin Constant

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFSUL - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

INES - Instituto Nacional da Educação dos Surdos

GP - Grupo de Pesquisa

MEC - Ministério da Educação

ONU - Organização das Nações Unidas

PAEE - Professor de Apoio Educacional Especializado

PCN+ - Parâmetros Curriculares Nacionais das Ciências da Natureza

PDE - Plano de Desenvolvimento da Educação

PLA - Ácido Polilático

PNEE - Política Nacional de Educação Especial

Seesp - Secretaria de Educação Especial do Ministério da Educação

SRM - Salas de Recursos Multifuncionais

TA - Tecnologias Assistivas

TDIC - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

UFPEL - Universidade Federal de Pelotas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Justificativa.....	13
2	TRAJETÓRIA DO AUTOR.....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1	Discussão sobre os Trabalhos Relacionados	17
3.2	Reflexões sobre a Revisão de Literatura	20
4	REFERENCIAL TEÓRICO	22
5	CONTEXTO DA EDUCAÇÃO ESPECIAL.....	27
5.1	Educação Especial.....	27
5.2	Consolidação da Educação Especial no Brasil	31
5.3	Deficiência Visual e Auditiva	32
6	BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR	37
6.1	Ciências Morfológicas	39
7	TECNOLOGIAS ASSISTIVAS	42
7.1	Modelos 3D na Educação	44
8	PERCURSO METODOLÓGICO.....	47
8.1	Contexto da Pesquisa	49
8.2	Roda de Conversa com os professores	50
9	DESENVOLVIMENTO DO KIT DE MODELO BIOLÓGICO	55
10	AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	60
10.1	Relato do Encontro na Escola Louis Braille	61
10.2	Relato do Encontro na Alfredo Dub.....	67
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
12	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
13	APÊNDICE A - PERGUNTAS NORTEADORAS PARA OS PROFESSORES	85
15	APÊNDICE B - PERGUNTAS NORTEADORAS PARA OS ALUNOS	86
16	APÊNDICE C - MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	87
17	APÊNDICE D -TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE.....	115

1 INTRODUÇÃO

Durante muitos anos as pessoas com deficiências foram discriminadas e sofreram preconceito e marginalização. Somente no século XVI, médicos e pedagogos iniciaram movimentos que promoviam discussões sobre as suas aprendizagens. No entanto, a ideia de que deveriam ser protegidas ocasionou sua segregação (Mendes, 2006).

Entretanto, ao longo dos anos essa atitude foi sendo modificada, pois surgiu o conceito Educação Especial. A Educação Especial busca quebrar o paradigma das diferenças, que muitas vezes faz as pessoas mencionarem os alunos com deficiência como detentores de uma característica negativa e inferior, quando comparados com os demais (Mantoan et al., 2010; Sanches e Teodoro, 2006).

A Declaração de Salamanca, assinada em 1994 por 92 países, foi o marco das mudanças, pois ressaltou os direitos de crianças e jovens portadores de deficiências e que possuem necessidades educacionais. A Conferência sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, da Organização das Nações Unidas, publicada em 2006, ressaltou o desenvolvimento de políticas públicas que visem romper as barreiras que são impostas pela sociedade e que dificultam a vivência de pessoas com deficiências. Essas barreiras restringem a participação desses indivíduos na sociedade, e reafirmam a necessidade de serem desenvolvidas alternativas e compreensões acerca dos conceitos de deficiência (Diniz et al., 2009).

No contexto escolar, os Parâmetros Curriculares Nacionais das Ciências da Natureza (PCN+) valorizam, de um modo geral, em todas as disciplinas inseridas nessa grande área, o desenvolvimento das competências relacionadas à Expressão e Comunicação, Investigação, Compreensão e Contextualização Sociocultural. Dentro de cada uma, inserem-se uma série de habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos.

Chassot (2003) salienta o potencial da alfabetização científica para auxiliar no processo de compreensão do universo e dos fenômenos da natureza, possibilitando aos alunos enxergarem as conexões entre as áreas das Ciências Naturais. O domínio dos conhecimentos científicos além de propiciar que os

alunos estabeleçam conexões entre os conceitos aprendidos com a atualidade, promove a compreensão de temas biológicos veiculados pela mídia.

O conhecimento desses temas permite ao ser humano explorar e explicar mecanismos de evolução, reprodução e organização da vida, além de desenvolver o pensamento para uma participação consciente no mundo. Entretanto, alguns fatores podem tornar a apropriação desse direito fora de alcance, por uma parcela da sociedade, o que não se justifica em uma geração com múltiplas possibilidades advindas da tecnologia digital.

Inserir tecnologias digitais na escola não é apenas considerá-las como simples material de apoio em sala de aula, mas, sobretudo, é um componente essencial e estruturante que deve estar em harmonia com os preceitos destacados na Constituição Federal (Brasil, 1988) e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996). Na sociedade brasileira contemporânea, diversas tecnologias digitais estão no centro do processo educativo como forma de ampliar e aprofundar seu uso, por isso é importante buscar meios de superar a prática apenas instrumental que muitas vezes se faz delas.

É necessário utilizar meios alternativos que possibilitem aos alunos com deficiência se apropriar de forma ativa e com autonomia dos conceitos (Mourão, 2018). A Tecnologia Assistiva apresenta diversas estratégias, serviços e recursos que contribuem para o processo de ensino e de aprendizagem, compensando o que a princípio poderia ocasionar uma desvantagem, pela impossibilidade de utilizar alguns dos sentidos na compreensão dos conteúdos (Galvão Filho, 2009; Bersch, 2009).

Portanto, chegamos à nossa questão de pesquisa: "Como as tecnologias assistivas desenvolvidas para o ensino de Morfologia podem auxiliar na inclusão de alunos com deficiência visual e auditiva?"

Atualmente, existem diversos recursos de Tecnologia Assistiva que podem ser empregados para promover a aprendizagem, como softwares, leitores de tela, impressoras de textos em Braille, recursos de audiodescrição e interpretação em Libras. No ensino da morfologia com foco nos órgãos e sistemas dos organismos, os modelos biológicos, em conjunto com sensores que ativam vídeos com interpretação em Libras, desempenham um papel significativo ao possibilitar a compreensão de forma individualizada.

Modelos didáticos tridimensionais podem facilitar o processo de ensino e de aprendizagem e são fundamentais para pessoas com deficiência entenderem eventos que ocorrem em âmbito macro e microscópico, na área das Ciências Morfológicas (Faria e Souza, 2011). O processo educativo de alunos com deficiência visual, por exemplo, pode ficar comprometido se desconsiderarmos os recursos táteis e auditivos, da mesma forma que ocorre com a necessidade de interpretação em Libras para os alunos surdos. A cultura da comunidade surda é calcada na realidade e na primazia do sentido visual o que torna difícil o entendimento de alguns conteúdos da área de Ciências, que inclui conceitos abstratos de difícil adaptação para serem transmitidos em Libras.

Da mesma forma ocorre com os estudantes que são deficientes visuais e que ficam à margem do desenvolvimento científico-tecnológico. Explorar o sentido visual aliado à percepção tátil colabora para uma melhor concepção e aprendizado efetivo das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Portanto, o objetivo geral desta pesquisa foi desenvolver um kit de modelo biológico 3D com o propósito de promover a autonomia dos alunos com deficiência visual e auditiva durante as aulas de morfologia, fazendo uso da tecnologia assistiva. O intuito foi demonstrar como recursos tecnológicos digitais podem contribuir para o aprofundamento do conhecimento em morfologia, beneficiando tanto os alunos cegos quanto os surdos.

Para alcançar esse objetivo geral, foram delineados os seguintes objetivos específicos: analisar as competências propostas na Base Nacional Comum Curricular para área de Biologia; compreender as estruturas e funcionamento das aulas de Ciências nas escolas de educação especial; desenvolver uma solução de hardware e software para proporcionar a interação e acompanhamento da evolução dos alunos (kit de modelo biológico 3D); realizar a validação do produto com os estudantes com deficiência visual e auditiva; analisar a interação dos alunos e suas evoluções, com o objetivo de avaliar o produto educacional.

1.1 Justificativa

Conforme os dados do Censo (IBGE, 2022), aproximadamente 19 milhões de pessoas com 2 anos de idade ou mais no Brasil apresentavam alguma forma de deficiência, o que representava cerca de 8,9% da população nessa faixa etária. De acordo com as projeções do IBGE para 2023, as estimativas são as seguintes: 6,1% possuem algum tipo de deficiência motora, 4,2% deficiência visual, 2,3% deficiência múltipla, 1,4% deficiência auditiva e 1,4% deficiência intelectual ou mental.

Portanto, essas estatísticas revelam a presença significativa de indivíduos com deficiência no país, os quais necessitam de apoio para garantir sua igualdade de oportunidades ao longo de sua trajetória acadêmica. No entanto, a inclusão de alunos com deficiência visual e auditiva, especialmente em atividades práticas no ensino de Biologia, apresenta desafios que precisam ser superados.

Dessa forma, através da investigação de fatores que promovem dificuldades durante as aulas práticas, objetiva-se detectar as principais barreiras existentes, para alunos com deficiência. E com isso, desenvolver, através de ferramentas tecnológicas digitais, modelos que auxiliem na aprendizagem na disciplina de Biologia, focando na temática da morfologia, direcionado para a inclusão de alunos com deficiência visual e auditiva.

Uma tecnologia assistiva baseada em um modelo biológico sensorizado, independente de tutor, proporcionará ao estudante uma evolução do conhecimento no seu ritmo.

Os modelos biológicos são equipados com sensores e audiodescrição, para utilização por pessoas com restrição visual e com legendagem e tradução em Libras, para utilização por pessoas surdas permitirá a construção do conhecimento de forma autônoma e justificam a aplicabilidade do projeto.

2 TRAJETÓRIA DO AUTOR

Como sempre fui um entusiasta da tecnologia digital, em 2014, ingressei no curso Técnico em Eletrônica, do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET-RS), hoje Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul), Campus Pelotas. Neste período, além de obter um bom aproveitamento nas matérias do curso, fui um dos idealizadores, criadores e participantes do Grupo de Pesquisa (GP) Jacarezinho de Arrancadas, projeto no qual eram realizadas corridas de carros eletrônicos temporizados, realizado no CEFET-RS. Nesse projeto, também criei um protótipo de um simulador de automóvel.

Após me formar em 2016, trabalhei durante alguns anos em empresas multinacionais dos mais diversos ramos tecnológicos, que me proporcionaram uma grande experiência nos diversos ramos da automação, teleinformática, eletrônica, elétrica e desenvolvimento de projetos.

Com o conhecimento adquirido profissionalmente, cursando a graduação em Engenharia Elétrica e posteriormente graduado como Analista de Sistemas pelo Centro Universitário Internacional UNINTER, observei que poderia usar estes conhecimentos para facilitar a forma de como eram levados os conteúdos aos alunos.

Procurando métodos para colaborar com as metodologias de ensino e com as aulas práticas, fui convidado a participar como colaborador, desenvolvendo sistemas e automações em um projeto de extensão que promovia capacitação em técnicas histológicas a alunos surdos, do Departamento de Morfologia da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Desde então destaquei como principal linha de pesquisa o uso da tecnologia assistivas para automação na educação.

Para poder me qualificar e entender as metodologias e requisitos da área da Educação, cursei a Especialização em Educação na Faculdade de Educação São Luís e como projeto de conclusão explorei o tema da Computação focado na Educação.

Atualmente, ainda atuo como colaborador no projeto Ensino de em Técnicas Histológicas a alunos surdos, da UFPel, que foca na Educação Especial. Através desse projeto e de outros que já participei sempre procuro

novos conhecimentos e atualizações tecnológicas para usar como tecnologia assistiva.

Dentre os trabalhos desenvolvidos nesse período podemos destacar o projeto S.O.S DUB que visava promover oficinas com metodologias alternativas para auxiliar os professores da escola Especial Alfredo Dub e realizar ações para a captação de recursos digitais.

Foi através desse projeto que surgiu uma demanda, vinda de umas das professoras da Escola, visando ensinar o conteúdo de morfologia dos órgãos a crianças com surdo-cegueira. Junto com essa demanda, uma aluna, acadêmica do curso de Ciências Biológicas da UFPel, com deficiência visual, que faz parte da equipe do projeto, relatou também detalhes sobre a forma como modelos tridimensionais auxiliam na compreensão.

No decorrer de minhas experiências e no processo de adquirir conhecimento, a área das Tecnologias Assistivas sempre se destacou como a mais intrigante e motivadora, impulsionando-me a buscar um entendimento cada vez mais profundo. À medida que explorava essa área com foco na Educação, surgiam demandas que se transformavam em pesquisas, com o propósito de enriquecer e aprimorar o ensino para pessoas com deficiências.

Por esse motivo, em 2020, tomei a decisão de iniciar um programa de formação continuada no Mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na Educação, oferecido pelo IFSul - Campus Pelotas - Visconde da Graça. Enfrentando esse desafio, resolvemos embarcar no desenvolvimento de modelos tridimensionais (3D) e explorar a integração de sensores como uma forma de facilitar a interação dos estudantes com deficiências.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo procurou-se identificar de que forma os modelos didáticos associados a recursos tecnológicos digitais possibilitam facilitar e expandir o processo de ensino e de aprendizagem para alunos com deficiências.

Nesta pesquisa, foi utilizada a revisão narrativa, que é uma forma não sistematizada de revisão da literatura. Propicia ao revisor, em curto período, suporte teórico na busca por atualizações relativas ao assunto de interesse. Segundo Casarin (2020) na revisão narrativa não ocorre o rigor metodológico, pois a forma de seleção é variável e arbitrária estando, portanto, sujeita aos vieses.

A primeira busca foi realizada na base de dados do Google Acadêmico de forma ampla e com a finalidade de observar os estudos, a respeito de modelos didáticos, no contexto da educação de forma geral, sendo encontrados 5.970 trabalhos através dos descritores “modelos didáticos” e “educação”. A seguir os descritores foram modificados para “modelos biológicos” e “educação” resultando em 1.510 trabalhos.

Como o objetivo do trabalho consiste em utilizar modelos biológicos em 3D, introduziu-se os seguintes descritores nas buscas, “modelos 3D”, “ensino” e “biologia”, sendo encontrados 9.860 trabalhos. Após, com a inclusão do descritor “morfologia” aos demais, os trabalhos foram reduzidos para 2.090.

Ao restringir a consulta com os descritores "modelo 3D", "ensino", "biologia", "morfologia" e delimitando a arquivos do tipo PDF (filetype:pdf), em estudos escritos em língua portuguesa e publicados a partir de 2017, foram obtidos 17 trabalhos.

Dentre estes 17 trabalhos, através da leitura dos resumos pela relação com o trabalho desenvolvido e às perspectivas apresentadas, foram selecionados 4 trabalhos, listados no Quadro 1.

Quadro 1. Estudos Relacionados

Autor	Título	Tipo	Ano
Jorge Roberto dos Santos Lopes (Lopes, 2020)	A Evolução da Representação 3D de Imagens: Aspectos Médicos e de Design Associados	Dissertação	2020
Maria Lusía de Moraes Belo Bezerra Solma Lúcia Souto Maior de Araújo Baltar Fabiana da Silva Brandão (Bezerra, 2019)	Modelos Didáticos Tridimensionais e Possibilidades para o Ensino De Ciências e Biologia	Capítulo livro	2019
Leslie Waren Silva de Freitas; Evelyn Rodrigues dos Santos; Maria Luiza da Silva; Sarah Signe do Nascimento; Oliane Maria Correia Magalhães. (Freitas, 2018)	Ensinando Coccidioomicose para Deficientes Visuais	Artigo	2018
Regiane Guimarães da Silva (Silva, 2017)	Importância da Utilização de Recursos Didáticos Impressos 3D no Processo de Ensino e Aprendizagem de Zoologia	Dissertação	2017

A seguir serão apresentados os trabalhos pesquisados e selecionados no Google Acadêmico.

3.1 Discussão sobre os Trabalhos Relacionados

O trabalho de Lopes (2020) aborda os avanços tecnológicos alcançados no desenvolvimento da técnica de conversão de exames de imagens médicas

em modelos virtuais e físicos na área de medicina fetal. Esse estudo resultou de uma pesquisa interdisciplinar que teve como um de seus principais objetivos a produção de modelos tridimensionais (3D). Esses modelos têm aplicações significativas no ensino superior, proporcionando facilidades na tomada de decisões clínicas por meio da representação precisa das formas anatômicas do paciente.

Além disso, no mesmo trabalho, Lopes (2020) ilustra, por meio de um estudo de caso, como a representação de imagens de ressonância magnética por meio de modelos biológicos em 3D pode aprimorar a visualização de detalhes e, conseqüentemente, contribuir para diagnósticos mais precisos. Essa capacidade de fornecer suporte diagnóstico não invasivo promoveu a convergência entre as áreas de design e medicina, resultando em uma realidade na qual as imagens em 3D desempenham um papel fundamental.

A dissertação de Lopes (2020) destaca não apenas o potencial dessas técnicas para salvar vidas, mas também para disseminar conhecimento sobre uma ampla gama de doenças, demonstrando o impacto positivo desses avanços na prática médica e no ensino.

No trabalho de Bezerra (2019), destaca-se uma análise abrangente sobre a importância dos modelos biológicos no contexto do ensino básico e na formação de professores. O autor argumenta que esses modelos desempenham um papel fundamental na facilitação da compreensão dos conteúdos e no estímulo à criatividade e autonomia dos estudantes na construção do conhecimento.

Nesse estudo, Bezerra (2019) enfatiza o uso de modelos biológicos como uma estratégia inovadora e eficaz para enriquecer a prática de ensino dos conteúdos relacionados às disciplinas de Ciências e Biologia. Ele descreve como maquetes elaboradas com massa de biscoito foram empregadas com sucesso para motivar os alunos e tornar o processo de aprendizagem mais envolvente e acessível.

Freitas (2018) destacou a relevância dos modelos biológicos no processo de ensino e de aprendizagem para pessoas com deficiência visual. Seu estudo foi desenvolvido com o propósito de ensinar sobre a coccidiodomicose a alunos de pós-graduação em biologia de fungos da Universidade Federal de

Pernambuco, com um enfoque na inclusão de estudantes com baixa visão ou cegueira.

No decorrer desse trabalho, foi concebida uma aula sobre a doença coccidiodomicose, na qual foi utilizada uma maquete e a apresentação do site ATRACTOR¹ (2017), que possibilita a tradução de textos em Braille. A utilização dessa plataforma expandiu o conhecimento sobre as ferramentas disponíveis para promover a inclusão, uma necessidade premente não apenas no ensino superior, mas em todos os níveis de ensino.

O trabalho de Silva (2017) discute o uso da tecnologia de impressão 3D, conhecida como prototipagem rápida, na criação de modelos anatômicos dentários de animais para aprimorar aulas práticas. O estudo avalia o aprendizado de grupos que utilizaram materiais naturais, modelos 3D e aulas expositivas. Os resultados indicam que os grupos que utilizaram modelos 3D e materiais naturais tiveram desempenho equivalente, ambos superiores ao grupo das aulas expositivas. Portanto, o autor sugere que os modelos 3D podem ser uma alternativa eficaz no ensino, desde que acompanhados por uma mediação ativa do professor.

Além disso, o trabalho de Silva (2017) enfatiza a importância dos recursos didáticos impressos em 3D no ensino de zoologia. O autor reflete sobre como esses recursos podem oferecer suporte à educação superior, abordando a carência de aulas práticas e como os modelos biológicos podem tornar as aulas mais dinâmicas, flexíveis e motivadoras. Isso implica que o papel do professor vai além da mera transmissão de conhecimento, tornando-se um mediador na construção do saber e na formação social dos alunos, incentivando a abordagem de pesquisa científica e reduzindo a necessidade de sacrifício de animais. Além disso, a tecnologia permite a exploração de objetos ausentes na sala de aula ou de peças únicas que poderiam ser danificadas pela manipulação constante. Portanto, a tecnologia expande as possibilidades de aprendizado para além das fronteiras físicas da sala de aula.

¹ Disponível em: <<http://www.atractor.pt/mat/matbr/matbraille.html>>

3.2 Reflexões sobre a Revisão de Literatura

A análise dos estudos relacionados destaca o potencial dos modelos biológicos em 3D no contexto educativo, abrangendo diversas áreas e níveis de ensino. Esses modelos têm a capacidade de tornar o processo de ensino e de aprendizagem mais envolvente e interativo, promovendo a formação contínua e incentivando a inovação e autonomia, características essenciais na preparação de futuros profissionais na atualidade.

Além disso, a utilização de modelos biológicos em diagnósticos vem se expandindo, oferecendo uma abordagem eficaz para a resolução de problemas e esclarecimento de dúvidas, inclusive nas disciplinas básicas. A identificação precoce de patologias não apenas abre portas para intervenções antecipadas, mas também estimula discussões interdisciplinares e planejamentos cirúrgicos.

Os modelos 3D são recursos pedagógicos versáteis, podendo ser empregados em diferentes momentos do processo de ensino. Eles podem introduzir tópicos antes da abordagem formal do conteúdo, despertando o interesse dos alunos. Durante a apresentação dos conteúdos, auxiliam na identificação de estruturas macro e microscópicas. Após a exposição do conteúdo, facilitam atividades de revisão, promovendo uma compreensão mais eficaz.

Outro benefício notável dos modelos é a capacidade de visualizar estruturas que normalmente só seriam visíveis com um microscópio. Isso é especialmente valioso para alunos com deficiência visual, que podem enfrentar desafios para compreender estruturas internas do organismo. A utilização de modelos biológicos torna o ensino das Ciências mais acessível e atrativo, desmistificando conceitos complexos.

Apesar de haver diversas metodologias disponíveis no processo de ensino e de aprendizagem, a abordagem com estruturas tridimensionais tem se mostrado bem-sucedida e pode ser integrada a diferentes métodos de ensino.

Portanto, espera-se que a utilização de modelos biológicos em 3D estimule práticas pedagógicas mais eficazes, promovendo o desenvolvimento de diversas habilidades cognitivas. No futuro, com a evolução da acessibilidade e das impressoras 3D, essas ferramentas se tornarão ainda mais relevantes.

No entanto, para que essa tecnologia seja eficaz na educação, é crucial que a formação docente inclua o conhecimento sobre impressão 3D, garantindo a integração dessas novas alternativas nas práticas educacionais, evitando que sejam percebidas como obstáculos à educação.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo 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 ela 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 que foram desenvolvidos ao longo da história e que moldam a forma social e o nível de desenvolvimento cultural. Além disso, 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 (1989), 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 (1998) 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.

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.

Segundo Vygotsky (1991) 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.

Vygotsky (1984), destaca que, para que ocorra a internalização, é necessário que aconteça um complexo processo, caracterizado em:

a) Uma operação que inicialmente representa uma atividade externa é reconstruída e começa a ocorrer internamente. É de particular importância para o desenvolvimento dos processos mentais superiores a transformação da atividade que utiliza signos, cuja história e características são ilustradas pelo desenvolvimento da inteligência prática, da atenção voluntária e da memória. b) Um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal. Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro, entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapicológica). Isso se aplica igualmente para a atenção voluntária, para a memória lógica e para a formação de conceitos. Todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos. c) A transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal é o resultado de uma longa série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento. O processo, sendo transformado, continua a existir e a mudar como uma forma externa de atividade por um longo período de tempo, antes de internalizar-se definitivamente. Para muitas funções, o estágio de signos externos dura para sempre, ou seja, é o estágio final do desenvolvimento (VYGOTSKY, 1984, p. 41).

Por fim, temos a **Zona de Desenvolvimento Iminente (ZDI)**, que é o conceito central de Lev Vygotsky, que se refere à distância entre o nível atual de desenvolvimento determinado pela capacidade de resolver um problema independentemente e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da resolução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com colegas mais capazes.

Vygotsky acreditava que o aprendizado é um fenômeno social e que nossas interações com os outros desempenham um papel crucial em nosso desenvolvimento. A ZDI, portanto, destaca o potencial de aprendizado que pode ser alcançado com o suporte adequado, antes que o aprendiz seja capaz de realizar a tarefa de maneira independente.

Segundo Vygotsky (1998), grande parte das atividades em que as crianças se engajam se dão na ZDI e são principalmente as situações de ensino que impulsionam seu desenvolvimento.

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 (1991, p. 42) define a atividade voluntária como "um produto do desenvolvimento histórico-cultural do comportamento e como um aspecto distintivo da psicologia humana". Para pessoas com deficiência, os professores desempenham um papel crucial na facilitação da construção de estratégias de aprendizagem autodirigidas. Eles incentivam os alunos a tomarem decisões e a gerenciarem seu próprio processo de aprendizado, desempenhando, assim, um papel fundamental no desenvolvimento da autonomia desses estudantes.

Conforme Vygotsky (1987), em momentos de aprendizagem, algumas brincadeiras auxiliam as crianças a interpretar as ações que devem realizar, seja com a mediação de um adulto, em conjunto com outras crianças ou de forma individual. Em certos contextos, a orientação do professor é fundamental para que a criança possa aprender de maneira eficaz. No entanto, essa intervenção não deve ter o objetivo de suprimir seus conhecimentos ou alterar sua personalidade, mas sim de oferecer suporte para o desenvolvimento da autonomia.

Assim sendo, o desenvolvimento da autonomia é muito importante pois possibilita a pessoa ser responsável pela sua aprendizagem, entretanto, não depende somente dos suportes intelectuais e emocionais, mas também do suporte material. Atualmente, existe uma gama de produtos de tecnologia assistiva que possibilitam autonomia nos mais variados tipos de situações.

Através desses recursos muitas pessoas com deficiências diversas elevaram a autoestima e autonomia com participação mais ativa, tanto nas atividades escolares como na vida social.

Além disso, 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 professor ou colega mais experiente. 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.

Um exemplo significativo de instrumento de mediação, conforme apresentado por Motta (2015) à luz da perspectiva de Vygotsky (1991), é a audiodescrição. Esse recurso consiste em traduzir visualizações em palavras e desempenha um papel crucial ao permitir uma participação mais efetiva das pessoas cegas nas atividades escolares.

Outro ponto relevante é a internalização, também abordada por Vygotsky (2001). Ele 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.

Além disso, 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.

5 CONTEXTO DA EDUCAÇÃO ESPECIAL

Neste capítulo, faremos uma retrospectiva sobre a consolidação da Educação Especial no contexto brasileiro, destacando as conquistas alcançadas por meio de diversas instituições e políticas públicas. Além disso, examinaremos de forma abrangente a questão da deficiência visual e auditiva, enfocando não apenas as suas características, mas também os desafios e vulnerabilidades enfrentados no processo de inclusão educacional. Dessa forma, este capítulo proporcionará uma base sólida para a compreensão do cenário da Educação Especial no Brasil e das especificidades das deficiências visual e auditiva.

5.1 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, sp).

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 a sociedade, mas a sociedade as 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. (SASSAKI, 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 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)² (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 contra turno. Algumas instituições procuram democratizar o aprendizado, atendendo essa determinação da melhor forma, entretanto, encontram em grande parte das vezes a falta de verbas e de profissionais capacitados. Entretanto, 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 e 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

² A Secretaria de Educação Especial foi extinta e seus programas e ações foram vinculados à Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão (SECADI).

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 a todas as pessoas.

Segundo Vilaronga (2014), países com mais experiência em práticas de inclusão escolar, tem indicado o trabalho colaborativo entre o professor da sala regular e o Professor de Apoio Educacional Especializado (PAEE) para 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, para atuar 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 (Santos et al., 2016; Monico et al., 2018). O ensino colaborativo propicia também a oportunidade de cada professor, através do diálogo com seus pares, 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 dificuldades na implementação das políticas inclusivas de forma efetiva. No trabalho de Peixinho (2016) 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 a eliminação de barreiras de acessibilidade e de aprendizagem, com o intuito de desenvolver um ambiente educacional justo e benéfico para todos.

5.2 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; Castro, 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) é que se assegura aos alunos deficientes currículo, métodos, recursos específicos e organização para atender às suas necessidades. Um marco importante para a Educação Especial de surdos, foi a promulgação, em 2002, da Lei nº 10.436/02 que reconhece a Língua Brasileira de Sinais (Libras) como meio legal de comunicação e expressão e a Portaria nº 2.678, 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.

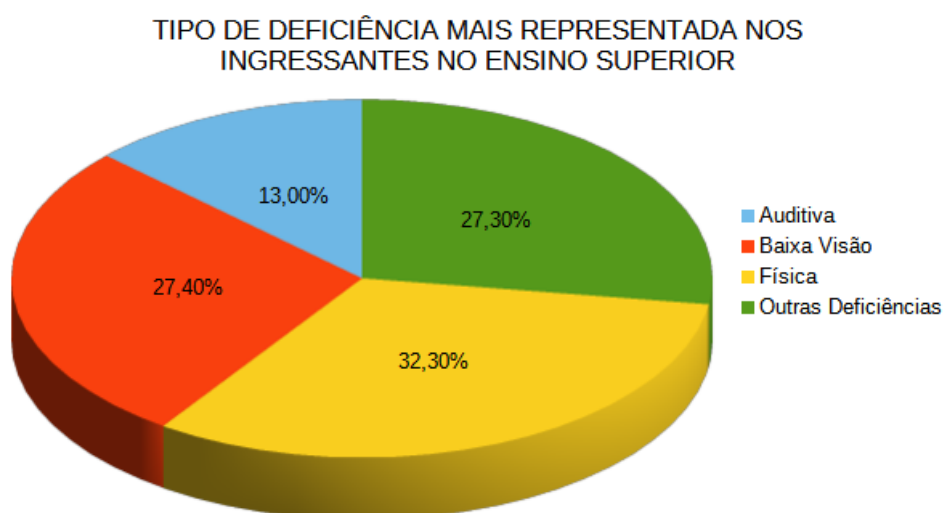
5.3 Deficiência Visual e Auditiva

Muitas vezes há percepção errônea de inferioridade, pela sociedade, acerca da pessoa com deficiência, perpetuando o preconceito e a exclusão (Da Silva, 2006; Maciel, 2000). De acordo com Veiga-Neto (2001), a prática da exclusão é uma negação abstrata da deficiência, que culmina na segregação. O autor ainda ressalta a normalização da relação entre as pessoas deficientes e as consideradas normais como um fator que gera afastamento e não a busca da compreensão sobre a diferença.

No Brasil, uma considerável parcela da população apresenta algum tipo de deficiência. No entanto, somente nas últimas duas décadas é que estão sendo elaboradas leis, políticas e núcleos de apoio que possibilitam a entrada dessas pessoas no ambiente escolar e universitário (De Mello e Garcia, 2016). Com essa possibilidade as discussões acerca de uma melhor preparação no

ensino fundamental e médio, e universidades ganharam destaque. Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) (2019), o tipo de deficiência mais representada nos ingressantes no ensino superior é a deficiência física (32,3%) seguida pela baixa visão (27,4%) e deficiência auditiva (13%), entre outras com um número menor de ingressantes (Figura 1). Na educação básica o número de matrículas da educação especial chegou a 1,3 milhão em 2019, um aumento de 34,4% em relação a 2015. O maior número delas está no ensino fundamental, que concentra 70,8% das matrículas da educação especial (INEP/MEC, 2020).

Figura 1. Tipos de Deficiências mais apresentadas nos ingressantes do Ensino Superior.



Fonte: Autoria Própria adaptado dos dados de INEP (2019).

A deficiência visual é subdividida em cegueira, onde ocorre a perda total da visão, tornando a pessoa incapaz de compreender cores, tamanhos e perceber distâncias; e a visão subnormal, denominada também de baixa visão, que ocorre quando há uma perda severa na acuidade visual, que não pode ser corrigida com auxílio de óculos ou por intervenções cirúrgicas. Dessa forma, a deficiência visual é permanente, e como não pode ser revertida, necessita de adaptações com a utilização dos outros sentidos (Monteiro e Aragon, 2015; Pontes e Fernandes, 2018).

Essas características fazem suas experiências de mundo serem distintas e tornam difícil para as pessoas que não estão acostumadas a vivenciar o mundo

dessa forma, adaptar-se a realidade visual a uma pessoa com deficiência (Nuñez, 2001). Essa situação retrata a importância de estratégias para democratizar o aprendizado, sendo necessário construir um conjunto com uma equipe multidisciplinar e alunos com deficiência.

Algumas indicações, nos quadros de baixa visão, são o uso de recursos ópticos como lupas, telescópios e outras lentes que aumentam as imagens (Pontes e Fernandes, 2018). Também são sugeridas a utilização de recursos não-ópticos, que incluem mudanças no ambiente e na iluminação, utilizando cores contrastantes e recursos digitais e eletrônicos que possibilitam a ampliação de textos de livros com ferramentas de vídeo ampliação. Nos quadros de cegueira, ressaltam a importância do Sistema Braille.

Na área das Ciências Morfológicas, principalmente no ensino da embriologia, modelos didáticos tridimensionais são fundamentais, para pessoas com deficiência visual entenderem eventos que ocorrem em âmbito macro e microscópico (Souza e Faria, 2011). Segundo Monteiro e Aragon (2015) existem opções com baixo custo para auxiliar no processo de construção do conhecimento, que necessita também da presença ativa do professor para ser efetivo.

A comunidade surda, de forma semelhante, também tem vivido quase sempre à margem do desenvolvimento científico-tecnológico, de acordo com Barral et al. (2012). Como o ensino de ciências inclui uma série de conceitos abstratos, enquanto a cultura dos surdos é calcada na realidade, muitas vezes ocorre dificuldade em adaptar os conceitos e transmitir esse conhecimento em Libras.

Os problemas relatados se tornam ainda mais graves quando consideramos que vivemos em uma sociedade tecnológica, na qual os avanços científicos deveriam ser ao menos compreendidos por todos.

Atualmente, aprender Libras é fundamental, não apenas para o deficiente auditivo, mas para todos que partilham do seu convívio, pois dessa forma colaboram para o desenvolvimento nos aspectos sociais e emocionais.

Na década de 70, surgiu o termo “Audismo” para denunciar o preconceito contra a cultura surda. Esse conceito envolve um conjunto de crenças que as pessoas que ouvem são superiores às que não ouvem. E isso pode ser perpetuado quando ocorre descaso ou desinteresse na adaptação da

comunicação para que atinja pessoas com deficiência auditiva. Não valorizar a primeira língua da comunidade surda, que é a Libras, e sua relevância pode ser uma forma de endossar a cultura negativa do audismo. Todas as crianças têm seu tempo de aprendizagem, não é diferente com a criança surda, portanto, se ela for impedida de aprender dentro do período adequado poderá ficar com sérias defasagens no seu aprendizado.

A Libras foi reconhecida legalmente no ano de 2002 através da Lei 10.436/02 e, regulamentada em 2005 pelo Decreto 5.626/05. Entretanto, em muitos estabelecimentos educacionais seu uso se restringe à disponibilização de intérpretes. Com a popularização das tecnologias digitais e uma gama de recursos que disponibiliza ferramentas que podem promover autonomia para essa comunidade em uma tenra idade, pois quanto antes for inserida mas cedo se desenvolverá.

Segundo Zehetmeyr (2016), a compensação social pode ocorrer através das interações sociais. E para o cego a fonte da compensação está na linguagem, na experiência social e na relação com os videntes. Através da linguagem ele pode ter acesso às significações da cultura e participar das práticas sociais. A linguagem verbal possibilita que a criança cega tenha percepção, interpretação e conhecimento do mundo, ultrapassando as barreiras ocasionadas pela redução da acuidade visual ou cegueira.

Para pessoas com deficiência visual existem recursos como a leitura de tipos impressos ampliados ou com auxílio de recursos ópticos, com grande alcance. Para as pessoas cegas, entretanto, é necessário a instrução em Braille e outros recursos que atualmente a tecnologia digital proporciona (Quevedo e Ulbricht, 2011). Antigamente havia suposições que pessoa cega teria uma super audição, entretanto, foi constatado que a pessoa cega somente recorre a esse sentido com mais frequência, tornando a sua escuta mais treinada, algo passível aos videntes também (Nunes e Lomônaco, 2008). Segundo Zehetmeyr (2016), não ocorre um efeito compensatório mas um aperfeiçoamento, não somente da audição como também do tato, olfato e paladar, por sua utilização regular. Portanto, existe um potencial que deve ser estimulado e trabalhado regularmente tanto pelos pais como educadores (Ferreira, 2016).

Vergara-Nunes (2016) aborda a importância da audiodescrição didática e salienta que não é apenas uma tradução de uma imagem, mas uma

audiodescrição que complementa o texto didático e contribui da melhor forma possível no processo de aprendizagem. São muito importantes também recursos que facilitem a compreensão, como por exemplo os táteis que são possibilitados, através de uma gama de modelos biológicos e permitem autonomia na construção do conhecimento.

Segundo Zehetmeyr (2016) é importante a atuação da audiodescrição em sinergia com os outros recursos, para que o processo de aprendizagem dos alunos seja atingido. Mantoan (2003, p.35) destaca que escolas de qualidade são escolas que:

“[...] não excluem nenhum aluno de suas classes, de seus programas, de suas aulas, das atividades e do convívio escolar mais amplo. São contextos educacionais em que todos os alunos têm possibilidade de aprender, frequentando uma mesma e única turma.”

Entretanto, atingir esse patamar não é fácil principalmente em um país no qual os profissionais da educação enfrentam tantos desafios e em muitas situações possuem pouco suporte.

6 BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

Este capítulo aborda a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que delinea a relevância de competências e habilidades específicas no contexto do ensino das Ciências da Natureza, com um foco especial nas Ciências Morfológicas. Além disso, discute os desafios que essa disciplina pode apresentar em termos de compreensão e destaca o potencial das tecnologias assistivas para ajudar a superá-los.

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) é um:

documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE).

Na BNCC, competência é estabelecida como sendo a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores na resolução de demandas do cotidiano, do mundo do trabalho e do exercício da cidadania. Portanto, a competência possibilita aos estudantes desenvolverem cada uma das habilidades e aprendizagens de forma plena. As aprendizagens fundamentais, definidas na BNCC devem convergir para assegurar aos estudantes, ao longo da Educação Básica, o desenvolvimento de dez (10) competências gerais, que unificam no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento.

Entre as dez (10) competências da BNCC, a quarta (4ª) competência propõe oferecer o meio digital como uma das linguagens necessárias no âmbito da comunicação. Ressalta também a importância de uma experiência mais completa em formatos de expressão e plataformas diferentes. Em relação à quinta (5ª) competência, o texto enfatiza a tecnologia digital, salientando a importância da sua utilização com compreensão, responsabilidade e criatividade. Esses dois itens se relacionam com a forma atual de assimilar informação e se expressar na sociedade ou de forma individual.

A Base Nacional Comum Curricular, dentro de algumas diretrizes nas Competências Gerais da Educação Básica propõe metas que se forem implementadas contribuirão de forma significativa no processo de inclusão. Essas metas incluem (Competências Gerais Da Educação Básica, 2018, p. 9):

“Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo”.

“Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva”.

Apesar de políticas públicas propiciar a praticamente todas as pessoas o acesso à educação e ao mercado de trabalho, existem processos excludentes e discriminatórios que impossibilitam a igualdade de oportunidades para uma parcela da população. Segundo Alves (2017) além das “questões técnicas e de trabalho” são cruciais “reflexões sobre posturas e pronunciamentos dos elementos presentes na sociedade”, para advir a transformação de pensamentos e valores sociais. Mudanças de paradigmas e direitos sociais igualitários na sociedade foram alvo de várias determinações no processo educativo ao longo da história. Uma das determinações do MEC/SEESP (BRASIL, 2008), indica que as instituições devem elaborar estratégias para o melhor desenvolvimento dos estudantes, portanto, a elaboração de alternativas para democratizar o aprendizado são urgentes e injustificáveis perante tantos recursos tecnológicos digitais disponíveis.

A autonomia além de um dos pressupostos citados na Base Nacional Comum Curricular é importante para o desenvolvimento de um adulto que possa tomar decisões com responsabilidade, pensamento crítico, criatividade e que dentro das limitações inerentes a cada um, consiga desenvolver habilidades para se tornar produtivo. Apesar do arcabouço legal e muitos avanços históricos e sociais a autonomia na construção do conhecimento, de alunos que apresentam deficiência, ainda está longe do ideal, por isso é essencial que cada vez mais os programas de formação em educação especial incentivem a busca de recursos que auxiliem nesse processo.

Segundo Prado (2019) os ambientes ou espaços precisam se modificar em direção a perspectiva de se tornarem realmente inclusivos. Por isso, a busca pela autonomia das pessoas com deficiência deve ser constante, pois na mesma proporção que a superproteção causa uma retração no desenvolvimento da

criança a autonomia favorece sua evolução. E à medida que a autonomia vai sendo observada em determinadas ações podem ser inseridas outras ações mais complexas, pois o desenvolvimento ocorre de forma gradativa. Principalmente na fase infantil, dominar algumas atividades promove a autonomia e ajuda a superar inseguranças, que de outra forma provavelmente refletirão na vida adulta.

6.1 Ciências Morfológicas

O conhecimento científico possibilita a capacidade de estabelecimento de conexões entre os temas biológicos veiculados pela mídia e os conceitos aprendidos, além de desenvolver o pensamento crítico, contribuindo para uma participação consciente nas decisões do cotidiano.

Para Vygotsky (1991), “o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daqueles que as cercam”. Entretanto, muitas pessoas que apresentam algumas restrições ocasionadas por deficiências temporárias ou permanentes têm vivido à margem do desenvolvimento científico-tecnológico.

A realidade que pessoas com deficiências muitas vezes convivem, torna difícil o entendimento de alguns conteúdos da área de Ciências, que inclui conceitos abstratos. Especificamente na área das ciências morfológicas, que envolve o estudo da forma de órgãos e células, ficando difícil para uma pessoa cega ou surda, entender eventos que ocorrem em âmbito macro e microscópico, principalmente nas estruturas mais complexas, sem algum recurso que auxilie nesse processo.

O conteúdo de morfologia na BNCC busca promover o desenvolvimento das habilidades de observação, análise crítica e pensamento científico nos estudantes. Além disso, visa despertar o interesse pela biologia e pela compreensão do mundo natural que nos rodeia. Essa compreensão é importante não apenas para os estudantes que desejam seguir carreiras científicas, mas também para todos os cidadãos, uma vez que promove a consciência ambiental e a compreensão das questões biológicas que afetam a sociedade.

Essas habilidades são essenciais para que os estudantes desenvolvam uma compreensão sólida dos conceitos morfológicos e se tornem cidadãos

críticos e informados em relação aos assuntos relacionados à biologia e às Ciências da Natureza. Além disso, as habilidades da BNCC relacionadas à morfologia também contribuem para a formação de futuros cientistas, biólogos, médicos e profissionais de saúde, que dependem de uma compreensão detalhada da anatomia e estrutura dos organismos vivos.

Esse entendimento é um alvo a ser alcançado, pois a BNCC determina na área das Ciências da Natureza a habilidade EF01CI02 que está relacionada em localizar, nomear e representar graficamente (por meio de desenhos) partes do corpo humano e explicar suas funções. Modelos didáticos tridimensionais já têm sido utilizados para explorar a percepção tátil, colaborando para uma melhor concepção e aprendizado das Ciências da Natureza, por muito tempo (Souza & Faria, 2011; Sant'anna et al, 2014).

O avanço tecnológico proporciona uma série de alternativas que podem ser utilizadas como aliados nesse processo, propiciando a aprendizagem de forma adequada e igualdade de oportunidades à diversidade das comunidades escolares. Gitahy (2016) salienta o potencial das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) em Tecnologias Assistivas (TA) para abrir novos horizontes nos processos de ensino e de aprendizagem e desenvolvimento de alunos com necessidades educativas especiais, entretanto, reforça a importância dos docentes redimensionar sua práxis, se sensibilizarem para a construção de uma sociedade e escola inclusiva e de um projeto político pedagógico com critérios bem definidos.

Segundo Mourão (2018), recursos de Tecnologia Assistiva auxiliam no ensino do corpo humano, contribuindo “com a formação de sua respectiva auto estima, da postura de respeito ao próprio corpo e ao dos outros, para o entendimento da saúde como um valor pessoal e social e para a compreensão da sexualidade humana sem preconceitos”, sendo, portanto, essencial utilizar esses recursos para possibilitar aos alunos com deficiência a apropriação de forma ativa e com autonomia dos conceitos para poder realizar a construção do conhecimento.

A Educação Especial não apenas enriquece a experiência de aprendizado, mas também prepara os alunos para serem cidadãos ativos e participativos em uma sociedade cada vez mais baseada no conhecimento científico e tecnológico. Portanto, investir em tecnologia assistiva e na formação

de professores é fundamental para atender às necessidades educacionais de todos os estudantes e promover uma educação de qualidade e inclusiva.

7 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

Neste capítulo, examinamos alguns recursos digitais que desempenham um papel crucial na tornar o conhecimento acessível, independentemente das limitações presentes. Entre esses recursos, destacamos o potencial da tecnologia assistiva e da tecnologia de impressão 3D. A impressão 3D permite a criação de peças acessíveis, personalizáveis e econômicas de maneira relativamente ágil e direta, incorporando todos os detalhes necessários para garantir uma experiência de aprendizado adequada.

Em 16 de novembro de 2006, pela portaria nº 142 do Comitê de Ajuda Técnicas (CAT) estabelecido pelo Decreto nº 5.296 no âmbito da Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República, foi instituído o conceito de Tecnologia Assistiva (TA).

Segundo o CAT (2007, p. 3)

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Apesar dos recursos de Tecnologia Assistiva serem utilizados desde o início da civilização, com adaptações de bastões utilizados como bengalas, por exemplo, os termos e alcance que a tecnologia digital pode proporcionar são inovadores. Explorar esse potencial é essencial para que as pessoas possam ser incluídas não somente na comunidade escolar, mas também no mercado de trabalho.

Segundo Coelho e Pisoni (2012), “a escola deveria permitir que pessoas com deficiência dominem e posteriormente superem seus saberes do cotidiano”. A capacidade cognitiva de uma pessoa cega, segundo Vygotsky, é a mesma, o que muda é a forma de acessar as informações, portanto, cabe aos familiares, professores e profissionais em geral, o estímulo para que a pessoa cega desenvolva seu potencial (Vygotsky, 1997). Sem os recursos adequados às pessoas com deficiência podem ficar à margem do conhecimento científico, entretanto, em uma sociedade tecnológica com múltiplas possibilidades para promover a inclusão, esse fato não tem justificativa.

Segundo Radabaugh (1993) “para as pessoas sem deficiência, a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis”. A projeção da TA tem permitido um conjunto de estratégias que abrangem um número cada vez maior de pessoas com realidades diversas.

De acordo com Bersch (2006), a Tecnologia Assistiva (TA) na escola implica em encontrar estratégias que permitam ao aluno abordar o aprendizado de maneira distinta, valorizando sua abordagem única e ampliando suas habilidades por meio da ação e interação, com o auxílio de dispositivos eletrônicos que facilitam o acesso à comunicação oral ou escrita. Essa abordagem capacita o aluno a se desafiar e a construir novos conhecimentos de forma individual ou colaborativa, transformando-o de um mero espectador em protagonista de sua própria jornada de aprendizado.

Essa busca por alternativas tem suas raízes nas palavras de Vygotsky, que, décadas atrás, afirmou que todas as crianças têm potencial para aprender e se desenvolver, e que até as deficiências mais sérias podem ser superadas por meio de um ensino apropriado e bem organizado, o qual resulta em desenvolvimento mental (Vygotsky, 1989).

Atualmente existem muitos recursos para auxiliar na adequação de metodologias específicas. Entre elas destaca-se o Sistemas Embarcados que são programas ou sistemas que estão embutidos em um microprocessador, geralmente fazendo parte de uma placa eletrônica com a função de realizar uma tarefa específica.

Devido a essas características apresentam potencial para utilização como ferramentas em tecnologias assistivas, pois possibilitam a realização de experimentos em diversos conteúdos e incremento das atividades, tornando o processo de ensino e de aprendizagem mais interessante, dinâmico e acessível, a diferentes tipos de realidades.

Os sistemas embarcados possibilitam condições para a elaboração de versões acessíveis de materiais didáticos, proporcionando inclusão e autonomia, pois, com o empoderamento de conteúdos, alunos com ou sem deficiência conseguem participar em igualdade de condições. Portanto, o suporte que proporcionam a educação especial é de extrema relevância.

Conforme destacado no construtivismo, o conhecimento é construído através de interações com o ambiente e de forma diversificada por pessoas diferentes. Cada uma com base na bagagem que carrega através da condução das atividades aprende a construir um conhecimento novo (Nobre et al., 2006).

Segundo Vygotsky (1987) apropriação das experiências de sua cultura é extremamente relevante para o desenvolvimento humano. Destaca também a importância da linguagem, da ação e dos processos interativos na construção das estruturas mentais superiores. Portanto, os recursos oferecidos pela escola, tecnologias e sociedade na qual estão inseridos exercem influências decisórias nos processos de aprendizagem e por isso é tão importante propiciar acesso de todas as pessoas.

7.1 Modelos 3D na Educação

A impressão em 3D consiste em formar modelos tridimensionais através do empilhamento de várias camadas finas de materiais termoplástico, como por exemplo o Ácido Polilático (PLA) que é biodegradável, reciclável, biocompatível, compostável e bioabsorvível.

Esse tipo de impressão surgiu como uma excelente ferramenta para realizar a inclusão, pois as impressoras estão cada vez mais acessíveis e produzem peças baratas, viáveis e customizáveis. Através da impressão 3D é possível construir diversos objetos personalizados, de maneira relativamente rápida e simples, e replicar objetos reais com todos seus detalhes.

Na área das ciências morfológicas a riqueza de detalhes proporcionada por modelos anatômicos tridimensionais proporciona um melhor entendimento ao possibilitar subsídios para a inclusão de uma gama de pessoas com as mais variadas necessidades especiais (Triepels et al., 2020).

Segundo Vygotsky (1987), a cegueira e a surdez somente consistem em falta de uma das possíveis vias para a formação de reflexos condicionados com o ambiente. Sendo possível, portanto, a substituição de uma via tradicional por outra. Na sua teoria pessoas que trabalham com crianças cegas deveriam “ligar os sistemas e signos simbólicos a outros órgãos receptivos como a pele e o ouvido o que, a princípio, não mudaria nada, pois o signo simbólico (letras ou escrita Braille) não altera a ideia da leitura” (Fernandes e Healy, 2008).

Os deficientes visuais utilizam dois canais principais como forma de mediação das informações: a linguagem e a exploração tátil (Gil, 2000). Através do tato analisam os objetos de forma gradual e em etapas, ao contrário dos videntes que possuem visão sintética e global. Por isso, as informações proporcionadas pelo tato devem ser integradas pois apresentam características sequenciais (Gil, 2000). Segundo Ochaita e Rosa (1995) não videntes potencializam outros sistemas sensoriais, para captar particularidades e formar uma imagem do objeto analisado. Fica implícito nessa declaração a teoria de Vygotsky (1998) relativa à substituição do olho por outro instrumento, que possibilita o processamento da informação de forma qualitativamente diferente, mas que possibilita uma alternativa e evita a exclusão.

Em relação aos artefatos mediadores, foram definidos dois tipos por Vygotsky (1998): os instrumentos físicos e os instrumentos psicológicos (signos). Os instrumentos físicos serviriam, em uma atividade externa com orientação, como condutores da influência intelectual humana para alcançar determinado objetivo. Os psicológicos seriam instrumentos de orientação interna controlando ações psicológicas de outros ou do próprio indivíduo, influenciando dessa forma a formação da mente e do comportamento do indivíduo (Vygotsky, 1998).

Um ambiente de criação em conjunto e a troca de conhecimentos são muito importantes, pois segundo Vygotsky (1996) na interação com o outro é possível diminuir a distância entre o “nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas”, e o “nível de desenvolvimento potencial determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes”.

Entretanto, para que o processo de aprendizagem ocorra de forma efetiva é necessário esclarecimentos adequados dos gestores pedagógicos antecipadamente a chegada da criança com deficiência, para facilitar a busca de recursos adequados e sua socialização, de forma desprovida de preconceitos e constrangimentos. A utilização de recursos adequados no processo de ensino e de aprendizagem, em conjunto com uma metodologia diversificada proporcionará ganhos significativos aos alunos com necessidades especiais (Ballard, 2014).

Sendo assim, a impressão em 3D pode proporcionar recursos para auxiliar nesse processo, possibilitando também um ambiente de criação conjunta

e a troca de conhecimentos entre discentes e docentes. A produção de modelos em consonância com a realidade de cada grupo de alunos torna o aprendizado repleto de significados e as aulas mais interessantes, contribuindo dessa forma para a construção do conhecimento.

8 PERCURSO METODOLÓGICO

O processo de investigação desta pesquisa está baseado na abordagem qualitativa. Este tipo de abordagem consiste em utilizar o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental.

Segundo Minayo (1995, p.21-22):

a pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado, ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

A escolha da abordagem qualitativa se deu devido ao interesse dos investigadores em determinar como seria a resposta dos participantes a um fenômeno novo de interação.

Em relação aos meios de investigação escolheu-se trabalhar com a 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).

Segundo Gil (2010), pesquisas do tipo intervenção pedagógica têm como finalidade contribuir para a solução de problemas práticos, divergente da pesquisa básica, cujo objetivo é ampliar os conhecimentos, mesmo que não ocorra possíveis benefícios práticos.

Apesar de o pesquisador deste trabalho não estar em sala de aula, é possível realizar intervenções pedagógicas por meio do desenvolvimento de recursos educacionais. A criação de materiais de ensino, como livros didáticos, recursos digitais, jogos educacionais e outros materiais pedagógicos, desempenha um papel fundamental na promoção do aprendizado e no desenvolvimento das pessoas em uma variedade de contextos educacionais e de aprendizado. Esses recursos podem ser essenciais para enriquecer o processo educacional, tornando o conhecimento mais acessível e envolvente, independentemente do ambiente de ensino.

Para realizar a coleta de dados, o pesquisador adotou uma abordagem integrada, utilizando rodas de conversa e observações. A primeira roda de conversa foi conduzida presencialmente com os professores de duas escolas

destinadas a alunos com deficiência na cidade de Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul. O objetivo principal dessas rodas de conversa foi obter percepções e informações que servissem de base para a organização, planejamento e desenvolvimento do produto educacional.

Por outro lado, as observações e a roda de conversa com os alunos foram realizadas durante a avaliação do produto educacional, após o desenvolvimento do mesmo, pelos alunos dessas escolas em Pelotas. Essa abordagem combinada permitiu uma compreensão abrangente das perspectivas dos professores e das experiências dos alunos em relação ao produto educacional em questão.

A análise dos dados qualitativos obtidos por meio das observações foi guiada pelo método proposto por Yin (2011). Esse método orienta um processo de análise de dados dividido em cinco fases, que não necessariamente precisam ocorrer em uma sequência rígida: compilação, desagrupamento, reagrupamento, interpretação e conclusão. Essas etapas permitem uma abordagem flexível para explorar e compreender as informações coletadas durante a pesquisa.

Conforme Yin (2011), na fase de compilação, os dados coletados de várias fontes de evidências são organizados em um banco de dados, visando simplificar e aprimorar o processo de análise. Na fase de desagrupamento, os dados previamente compilados foram fragmentados em unidades menores, com base em tópicos específicos, e cada fragmento recebeu um rótulo identificador. Durante o reagrupamento, os fragmentos provenientes de diversas fontes de evidência são reorganizados em conjuntos de dados de acordo com seus rótulos, ou seja, categorizados. A fase de interpretação consistiu na utilização do material reagrupado para a construção de uma narrativa que se tornou a parte analítica da pesquisa. Posteriormente, os resultados foram apresentados e analisados para elaborar as conclusões do estudo.

Todo o processo de aplicação, avaliação e observações foram previamente autorizados pelas escolas e pelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) apresentado aos participantes, disponível no apêndice D.

8.1 Contexto da Pesquisa

A pesquisa foi conduzida em duas escolas de educação especial localizadas na cidade de Pelotas/RS, ou seja, a Escola Alfredo Dub e a Escola Louis Braille.

A Escola Alfredo Dub segue uma abordagem inclusiva que visa garantir que todos os alunos tenham acesso igualitário à educação e 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. Esta atende alunos do 1º ao 9º ano do Ensino Fundamental que possuem deficiência auditiva em diferentes níveis. Isso inclui 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 do 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.

8.2 Roda de Conversa com os professores

Para realizar a coleta de dados inicial, que visava obter informações para o desenvolvimento do produto educacional, 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 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 se 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 a 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 que utilizam são alguns objetos ou brinquedos de lojas, mas esses não oferecem interatividade.

A professora também destacou que, devido ao grau de atenção exigido pelos alunos, as turmas são geralmente compostas por apenas 8 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.

9 DESENVOLVIMENTO DO KIT DE MODELO BIOLÓGICO

A proposta de produto educacional surge da necessidade de inclusão dos alunos com deficiência visual e auditiva nas aulas que tratam a temática da morfologia. Dessa forma, buscou-se potencializar a compreensão dos alunos com deficiência, nos conteúdos de morfologia, colaborando para a apropriação do conhecimento e motivação para prosseguir o percurso acadêmico.

A proposta de produto educacional envolveu a criação de um kit que inclui um modelo biológico tridimensional (3D) de um órgão do corpo, um sistema embarcado e um aplicativo de interação. Esse kit foi desenvolvido para ser utilizado nas aulas de Ciências, com o objetivo de apoiar o processo de ensino e de aprendizagem, proporcionando uma abordagem mais inclusiva e eficaz.

Com base nas informações coletadas junto aos professores das duas Escolas sobre o estudo e entendimento das Ciências Biológicas, foi desenvolvido o produto educacional, ou seja, um kit que consiste em um modelo biológico tridimensional de um órgão do corpo, cujo escolhido foi o coração humano. Esse modelo é uma réplica em tamanho real de um coração humano, pois ele apresenta detalhes que possibilitam uma melhor interação tátil e visual por parte dos alunos.

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.

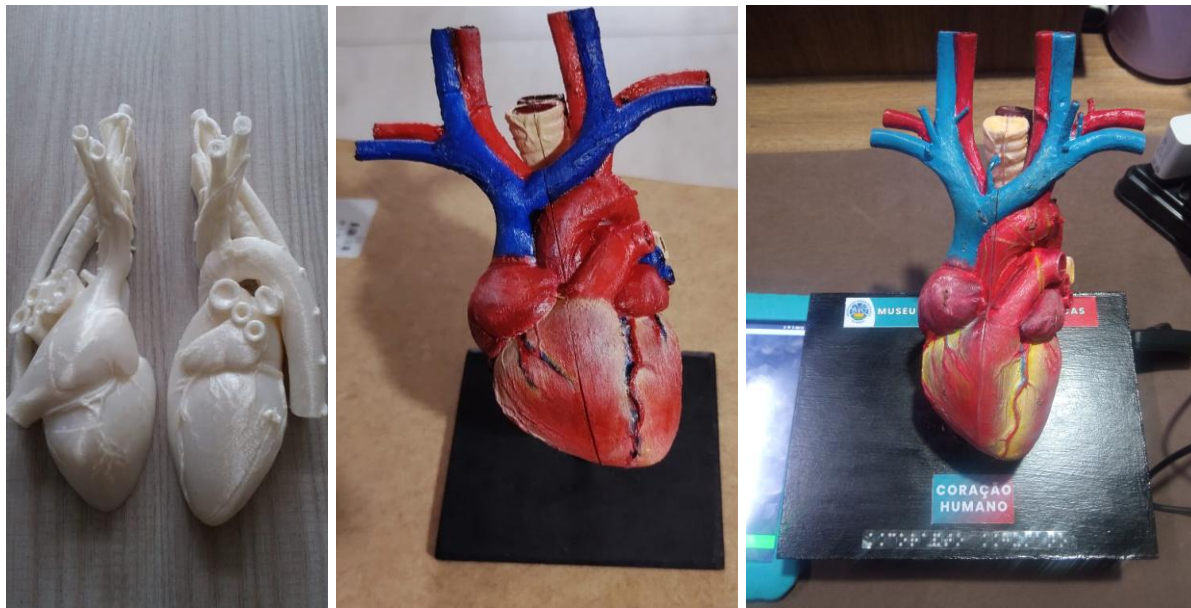
Esse modelo biológico foi criado por meio da combinação de sistemas embarcados e tecnologia de impressão 3D. Isso possibilitou o desenvolvimento de um modelo biológico interativo de um coração que inclui sensores, hardware específico e um aplicativo dedicado para interação. Essa abordagem permite uma 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 Thingiverse³. Após a seleção do modelo 3D desejado para o

³ Disponível em: <https://www.thingiverse.com/>

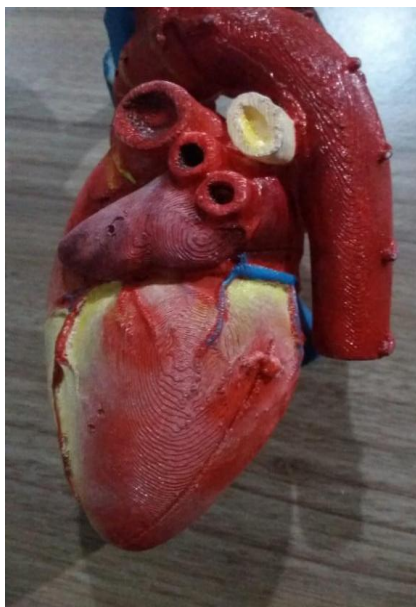
coração humano (Figuras 1 e 2), o mesmo foi impresso em uma impressora 3D do tipo Ender 3, de propriedade do autor da pesquisa, utilizando filamento do tipo PLA.

Figura 2. Modelo Tridimensional de um Coração em tamanho real



Fonte: Autoria Própria

Figura 3. Detalhamento do Modelo 3D

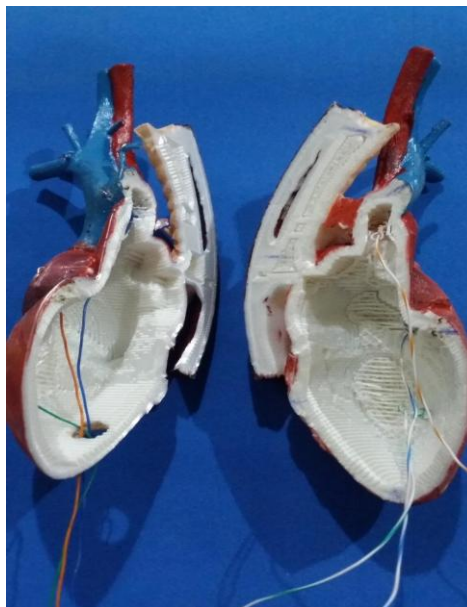


Fonte: Autoria Própria

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 4). Esse cuidado assegura que os sensores não comprometam a aparência ou a integridade do órgão no modelo 3D.

Figura 4. Modelo Tridimensional de um Coração em tamanho real



Fonte: Autoria Própria

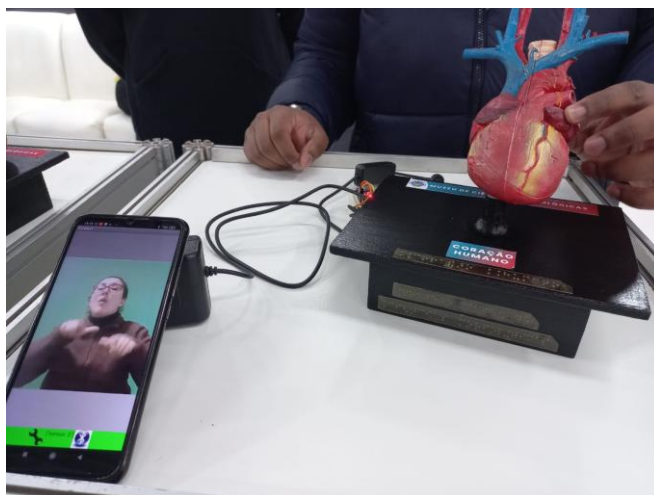
Após a inserção dos sensores, eles foram conectados ao hardware, que consiste na placa de desenvolvimento NodeMCU⁴, e posteriormente foi desenvolvido o firmware⁵ correspondente.

Para possibilitar a interação com os alunos, o pesquisador criou um aplicativo que pode ser usado em smartphones ou tablets (Figura 5). 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.

⁴ Placa de desenvolvimento e firmware de código aberto.

⁵ Sequência de instruções operacionais que são programadas e armazenadas em um hardware específico.

Figura 5. Modelo Tridimensional Interagindo com o Aplicativo



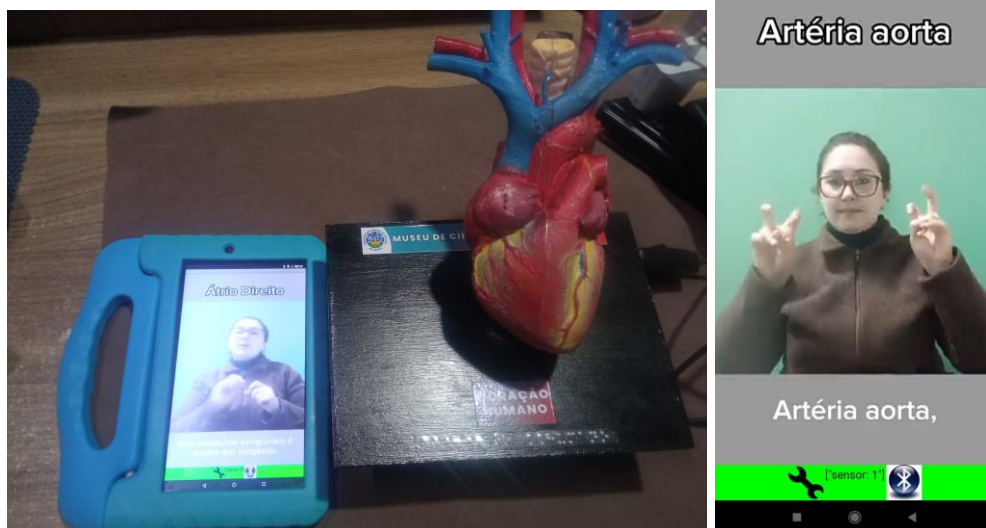
Fonte: Autoria Própria

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 Bluetooth⁶. 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 6), 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.

⁶ Protocolo de comunicação sem fio.

Figura 6. Vídeos que compõem o Aplicativo



Fonte: Autoria Própria

10 AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O desenvolvimento deste trabalho surgiu a partir de uma inquietação do pesquisador, percebendo, as barreiras que as pessoas com deficiência visual e auditiva tinham no aprendizado e que no mercado existem poucas ferramentas baseadas em tecnologias assistivas para auxiliar o processo de ensino e de aprendizagem.

Esse produto educacional foi disponibilizado e avaliado em momentos distintos em duas escolas de atendimento especial da cidade de Pelotas. O primeiro momento aconteceu com a Escola Louis Braille, 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 produto educacional.

O segundo encontro ocorreu na Escola Alfredo Dub, 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, na Escola Alfredo Dub, a necessidade de um intérprete de Libras para intermediar o processo de ensino e de aprendizagem 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.

Além disso, todo o processo de apresentação do produto e sua utilização contou com a mediação dos professores titulares da disciplina, uma vez que foram eles que explicaram o conteúdo de Ciências, especificamente o funcionamento do coração, utilizando o produto educacional. Além disso, um professor da Universidade Federal de Pelotas, especialista na área de morfologia, acompanhou o pesquisador durante os encontros. Esse professor teve como objetivo complementar as informações e esclarecer dúvidas dos estudantes relacionadas a essa área específica do conhecimento.

Para orientar a avaliação do produto educacional e a experiência dos alunos em relação ao seu uso, o pesquisador elaborou um conjunto de

perguntas norteadoras que foram utilizadas para facilitar o processo de avaliação do produto. Essas perguntas estão disponíveis no Apêndice B.

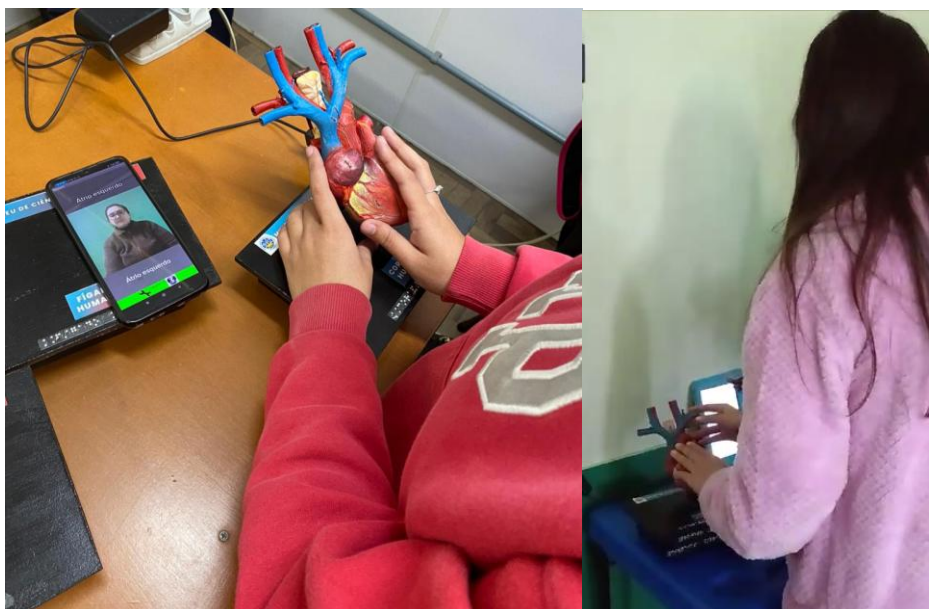
Sendo assim, após a utilização do kit pelos discentes foi realizada uma roda de conversa com os mesmos com essas perguntas norteadoras para avaliar a percepção dos participantes em relação ao processo de ensino e de aprendizagem, às funcionalidades do sistema e sua aplicabilidade.

Com base nas respostas dos alunos, realizamos uma análise das informações de acordo com a metodologia proposta por Yin (2011). Essa abordagem nos permitiu examinar as percepções e experiências dos alunos em relação ao produto educacional, bem como sua eficácia no processo de ensino e de aprendizagem. As respostas foram categorizadas e interpretadas para identificar tendências e percepções que contribuíssem para a avaliação geral do kit e suas possíveis melhorias, conforme mostra as próximas seções.

10.1 Relato do Encontro na Escola Louis Braille

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 produto educacional (Figura 7), 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 7. Alunos da Escola Louis Braille utilizando o produto educacional



Fonte: Autoria Própria

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), 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: 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 2.

Quadro 2. Reagrupamento dos dados coletados da Escola Louis Braille

Categorias	Análise
Impacto na Aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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.

Fonte: Autoria Própria

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 antes destaca uma lacuna significativa na experiência educacional dos alunos, especialmente na área das Ciências Morfológicas. Vygotsky (2001) aborda 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, e isso se aplica igualmente às pessoas com necessidades especiais. 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.

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, ressalta 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 (1998) 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.

10.2 Relato do Encontro na Alfredo Dub

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 produto educacional (Figura 8), 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 8. Aluno da Escola Alfredo Dub utilizando o produto educacional



Fonte: Autoria Própria

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 3.

Quadro 3. Reagrupamento dos dados coletados na Escola Alfredo Dub

Categorias	Análise
Adoção de Tecnologia e Desenvolvimento de Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> • 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 utilizar os modelos sugere a importância do desenvolvimento profissional focado em métodos de ensino inovadores.
Comunicação, Linguagem e Inclusão	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • O feedback 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.

Fonte: Autoria Própria

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 ZDI, que é a distância entre o que um aluno pode fazer sozinho e o que pode fazer com ajuda. A introdução de tecnologia educacional, como modelos 3D, pode ser vista como uma forma de apoio dentro da ZDI, 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.

Sendo assim, podemos dizer que conforme Vygotsky (2001) enfatiza a importância da mediação na aprendizagem. Isso se aplica ao uso de tecnologia na sala de aula. Portanto, a formação docente é essencial para garantir que os professores possam utilizar eficazmente a integração dessas tecnologias como mediação no processo educacional.

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 (1991) 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 a 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 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.

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.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pessoas com deficiências foram discriminadas e colocadas à margem do conhecimento científico por décadas, sendo o cenário modificado à medida que a Educação Especial passou a quebrar alguns paradigmas que colocavam alunos com deficiência em uma perspectiva negativa quando comparados com os demais.

Entretanto, romper barreiras impostas pelo sistema e que dificultam a vivência de pessoas com deficiência é um processo longo e que envolve vários fatores. Em relação ao processo de aquisição do conhecimento científico, a tecnologia assistiva apresenta estratégias, serviços e recursos que contribuem para o processo de ensino e de aprendizagem, compensando a impossibilidade de utilizar alguns dos sentidos na compreensão dos conteúdos.

Dessa forma, o objetivo geral desta pesquisa foi desenvolver um kit de modelo biológico 3D com o propósito de promover a autonomia dos alunos com deficiência visual e auditiva durante as aulas de morfologia, fazendo uso da tecnologia assistiva. O intuito foi demonstrar como recursos tecnológicos digitais podem contribuir para o aprofundamento do conhecimento em morfologia, beneficiando tanto os alunos cegos quanto os surdos.

Para compor o kit, foram muito importantes as informações coletadas sobre o estudo e entendimento das Ciências Biológicas, com professores que ministram aulas para alunos surdos e cegos nas duas escolas de educação especial. Dessa forma foi possível obter detalhes a serem priorizados na confecção dos modelos e sistema de sensores.

A carência de recursos semelhantes e o conhecimento da limitação de alguns recursos disponíveis evidenciam a relevância no desenvolvimento de recursos didáticos tridimensionais, que são fundamentais para promover a inclusão, assim como para facilitar o processo de ensino e de aprendizagem para a comunidade no geral.

Assim, foi constatada a importância de materiais didáticos que explorem a aprendizagem tátil, tanto no processo de ensino e de aprendizagem de alunos deficientes visuais como auditivos, pois o tato é a principal ferramenta para a compreensão da forma dos órgãos, principalmente em órgão com a riqueza de detalhes e tamanho próximo do real que a impressão em 3D proporciona.

As expressões entusiásticas dos alunos com deficiência visual, ao explorar os órgãos, sinalizam para a utilização de forma mais constante da tecnologia assistiva para propiciar motivação e interesse nos conteúdos abordados. Entretanto, apesar dos modelos 3D terem sido recebidos positivamente, ocorre a necessidade de ajustes técnicos nos sensores e na velocidade de narração dos vídeos para otimizar e abranger o público em diferentes ritmos de aprendizagem e para diferentes disciplinas como sugerido pelos professores.

Portanto, diante dos resultados as perspectivas são de aprimorar os sistemas de sensores, transpor a aplicabilidade desses modelos para um espectro mais amplo de disciplinas acadêmicas, ampliar a divulgação em estabelecimentos educacionais e disponibilizar os modelos em um museu de ciências morfológicas para acesso da comunidade em geral.

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, David de Abreu. **Tecnologia assistiva e inclusão: a construção da consciência espacial-cidadã de deficientes visuais**. 2017.

BALLARD, Túlia Morese Carneiro. **Autismo E Inclusão Na Educação Infantil**. 2014. Dissertação (Especialização em Psicopedagogia) - AVM Faculdade Integrada, [S. l.], 2014.

BARRAL, Julia.; PINTO-SILVA, Flavio Eduardo.; RUMJANEK, Vivian M. **Comunicando Ciência com as mãos: O acesso difícil dos surdos ao saber científico**. Revista Ciência Hoje, 2012.

BENSON, Phil. **Teaching and Researching: Autonomy in Language Learning**. New York: Pearson Education Limited, 2013

BERSCH, Rita. **Tecnologia Assistiva e Educação Inclusiva**. In: Ensaios Pedagógicos. Ministério da Educação/Secretaria da Educação Especial, Brasília, 2006, p. 281- 285.

BEZERRA, Maria Lusia de Moraes Belo et al. **MODELOS DIDÁTICOS TRIDIMENSIONAIS E POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA**. In: DALAZOANA, Karine (org.). **Processos e Metodologias no Ensino de Ciências**. 4. ed. Ponta Grossa, PR: Atena, 2019. cap. 5, p. 31-43. E-book.

BRANDÃO, Fabiana da Silva. **Oficina didático-pedagógica de Biologia como estratégia de intervenção no contexto escolar na educação básica**. Universidade Federal de Alagoas. Monografia. 86 p. 2014. Disponível em: <<http://ud10.arapiraca.ufal.br/repositorio/publicacoes/2270>>. Acesso em 25 out. 2022.

BRASIL. Ata VII – Comitê de Ajudas Técnicas – CAT. Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (CORDE/SEDH/PR). 2007.

BRASIL. Constituição Federal de 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

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 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LDB. 9394/1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

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

BRASIL. **Política Nacional de Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial/SEESP, Brasília, DF, 2008

CASARIN, Sidnéia Tessmer, PORTO, Adrize Rutz, GABATZ, Ruth Irmgard Bartschi, BONOW, Clarice Alves, RIBEIRO, Juliane Portella, MOTA, Marina Soares. **Tipos de revisão de literatura: considerações das editoras do Journal of Nursing and Health**. J. nurs. health. 2020;10(n.esp.):e20104031

CAT – Comitê de Ajudas Técnicas, 2007. **Ata da Reunião VII, de dezembro de 2007**, Comitê de Ajudas Técnicas, Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (CORDE/SEDH/PR). Disponível em: <https://www.assistiva.com.br/Ata_VII_Reunião_do_Comite_de_Ajudas_Técnicas.pdf>. Acesso em 03 fev. 2022.

CHASSOT, Attico. **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=S1413-24782003000100009&lng=es&nrm=iso>. Acesso 12 junho 2021.

COELHO, Luana; PISONI, Silene. **Vygotsky: sua teoria e a influência na educação**. Revista e-PED, v. 2, n. 1, p. 144-152, 2012.

COMARÚ, Michele Waltz. **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, Carlos Roberto Jamil. **Direito à educação: direito à igualdade, direito à diferença**. Cadernos de Pesquisa, n.116, p.245-262, jun. 2002.

DAMIANI, Magda Floriana; ROCHEFORT, Renato Siqueira; DE CASTRO, Rafael Fonseca; DARIZ, Marion Rodrigues; PINHEIRO, Silvia Siqueira. **Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica**. Cadernos de Educação. FaE/PPGE/UFPel Pelotas p. 57 – 67, 2013.

DE MELO, Francisco Ricardo Lins Vieira; GARCIA, Maria Helena Martins. **Legislação para estudantes com deficiência no ensino superior no Brasil e em Portugal: algumas reflexões**. Acta Scientiarum. Education, v. 38. n. 3, p. 259-269, 2016.

DINIZ, Debora; PEREIRA, Livia.; SANTOS, Wederson Rufino. **Deficiência, direitos humanos e justiça**, 2009.

DOYLE, Ken. **Bioprinting: From Patches to Parts**. Genetic Engineering & Biotechnology News v. 34, n. 10, 2014. 34–35p. Disponível em:

<<http://online.liebertpub.com/doi/pdf/10.1089/gen.34.10.02>>. Acesso em: 16 de jul. 2022.

DUEK, Viviane Preichardt. 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.

FARIA, Ederson de; SOUZA, Vera Lúcia Trevisan de. **Sobre o conceito de identidade: apropriações em estudos sobre formação de professores**. Psicologia Escolar e Educacional, vol. 15, p. 35-42, 2011.

FERNANDES, Solange Hassan Ahmad Ali; HEALY, Lulu. **Educação Matemática e inclusão: abrindo janelas teóricas para a aprendizagem de alunos cegos**. Educação e Cultura Contemporânea, v. 5, p. 91-105, 2008.

FERREIRA, Giselle Coutinho; TOMAN, Alexandre. **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.e-publicacoes.uerj.br/re-doc/article/view/54811>. Acesso em: 23 set. 2022.

FERREIRA, Gerson F. **Luz e Trevas**. Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <<http://antigo.ibc.gov.br/fique-por-dentro/538-luz-e-trevas>>. Acesso em: 16 de ago. 2022.

FRANCISCO, Sandra Helena Delgado Lima. **A importância da autonomia em ambiente inclusivo. Quais as estratégias de intervenção a utilizar em crianças NEE, no desenvolvimento da autonomia em ambiente pré-escolar**. 2015. Tese de Doutorado.

FREITAS, Leslie Waren Silva; DOS SANTOS, Evelyn Rodrigues. **Ensinando Coccidioidomicose Para Deficientes Visuais**. Anais V CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2018.

GALVÃO FILHO, Teófilo Alves. **Tecnologia Assistiva para uma Escola Inclusiva: apropriação, demandas e perspectivas**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5ª. Ed. São Paulo: Atlas, 2010, 184p.

GIL, Marta (org.). **Deficiência Visual**. Brasília: MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000.

GITAHY, Raquel Rosan Christino. SILVA, Jessé Pessôa da; TERÇARIOL, Adriana Aparecida de Lima. **O uso das tecnologias de informação e comunicação aplicadas como tecnologia assistiva na construção do conhecimento dos alunos com deficiência visual que frequentam as salas de recursos multifuncionais**. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 11, n. 1, p. 111–130, 2016. DOI: 10.21723/riaee.2016.v11.n1.p111. Disponível em:

<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/8213>. Acesso em: 25 out. 2022.

GRIBOSKI, Cláudia Maffini et al. **Política nacional de educação especial na perspectiva da educação inclusiva**. 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

INEP/ MEC. Censo da Educação Superior 2019. Brasília: INEP/MEC, 2020.

Laplane, Adriana Lia Frizman de. & Batista, Cecília Guarnieri. (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, Neuza Rejane Wille; DELOU, Cristina Maria Carvalho. **Ponto de vista em diversidade e inclusão** volume 3. Niterói - Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Diversidade e Inclusão, 2017.

LOPES, Jorge Roberto. **A evolução da representação 3D de imagens: aspectos médicos e de design associados**. 2020. Tese de Doutorado. PUC-Rio.

MACIEL, Maria Regina Cazzaniga. **Portadores de deficiência: a questão da inclusão social**. São Paulo em perspectiva, v. 14, n.2, p. 51-56, 2000.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão Escolar: O que é? Por quê? Como fazer?** São Paulo: Moderna, 2003.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér.; TEIXEIRA DOS SANTOS, Maria Terezinha da Consolação; MACHADO, Rosângela. **A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar: a escola comum inclusiva**. Brasília:Ministério da Educação, v. 1. 2010.

MARAFON, Danielle. **Educando a Criança com Paulo Freire: Por uma Pedagogia da Educação Infantil – A Realização do Ser Mais**. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná. (Tese de Doutorado em Educação), 203 f. 2012.

MEIER, Marcos; GARCIA, Sandra. **Mediação de Aprendizagem: Contribuições de Feuerstein e de Vygotsky**. Curitiba: Edição do autor, 2011

MENDES, Enicéia Gonçalves. **A radicalização do debate sobre inclusão escolar no Brasil**. Revista Brasileira de Educação. v.11, n.33, p. 387-405, 2006.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.) **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes,1995.

MONICO, Patrícia Aparecida. MORGADO, Liz Amaral Saraiva. ORLANDO, Rosimeire Maria. **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.

MONTEIRO, Angélica Ferreira Beta. ARAGON, Glauca Torres. **Reflexões sobre o Processo de Formação de Conceitos Científicos em alunos com Deficiência Visual: Contribuições para Professores.** Ensino e Aprendizagem de Conceitos Científicos – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–X ENPEC, 2015.

MOTTA, Livia Maria Villela de Mello. **A Audiodescrição na Escola: Abrindo Caminhos para Leitura de Mundo.** 2015. NGIME. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. MG. Disponível em: <http://www.vercompalavras.com.br/pdf/a-audiodescricao-na-escola.pdf> Acesso em: 26 jun 2022.

MOURÃO, Marisa Pinheiro 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.

NOBRE, João Carlos Silva et al. **Aprendizagem Baseada em Projeto (Project-Based Learning–PBL) aplicada a software embarcado e de tempo real.** In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2006. p. 258-267.

NUÑEZ, María. **"La deficiencia visual."** III Congreso "La atención a La diversidade nel sistema educativo", Universidade de Salamanca. 2001.

NUNES, Sylvania da Silveira; LOMONACO, José Fernando Bitencourt. **Desenvolvimento de conceitos em cegos congênitos: caminhos de aquisição do conhecimento.** Psicol. esc. educ., Campinas, v. 12, n. 1, p. 119-138, jun. 2008. Disponível em <http://p.apsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-85572008000100009&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 25 jun. 2022.

OCHAITA, Esperanza. ROSA, Alberto. **Percepção, Ação e conhecimento nas crianças cegas. Desenvolvimento psicológicos: necessidades educativas especiais e aprendizagem escolar.** Porto Alegre: Artmed, 1995.

PEIXINHO, Márcia Alexandra Araújo. **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.

PLETSCH, Márcia Denise. A formação de professores para a educação inclusiva: legislação, diretrizes, políticas e resultados de pesquisas. **Educar em Revista**, sem volume, n. 33, p. 143 – 156, sem mês, 2009.

PONTES, Ana Claudia Nunes; FERNANDES, Edicléa Mascarenhas. **O uso de recursos didáticos adaptados na escolarização e inclusão de educandos cegos e de baixa visão.** COLÓQUIO LUSO-BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO - COLBEDUCA, v. 3, 2018.

PRADO, Ana Cristina Teixeira et al. **Museu do amanhã: em questão, os recursos de acessibilidade para as pessoas com deficiência visual.** Pontos de Vista em Diversidade e Inclusão Volume 6, p. 71, 2019.

QUEVEDO, Silvia Regina Pochmann de.; ULBRICHT, Vania Ribas. **Como os cegos aprendem.** In: ULBRICHT, V. R.; VANZIN, T.; VILLAROUÇO, V. Ambiente Virtual de Aprendizagem Inclusivo. Florianópolis: Pandion, 2011.

RADABAUGH, Mary Pat. **Study on the Financing of Assistive Technology Devices of Services for Individuals with Disabilities.** A report to the president and the congress of the United State, National Council on Disability. Março 1993.

SANCHES, Isabel Sanches; TEODORO, António. Da integração à inclusão escolar: cruzando perspectivas e conceitos. Revista Lusófona de Educação, v.8, pp. 63-83, 2006.

SANT'ANNA, Nadir Francisca; ARAUJO, Graziela de Sá Machado; ROCHA, Letícia Oliveira; GARCEZ, Suzana Freitas; BARBOZA, Cláudia Bueno **Técnicas para produção e reprodução de material educacional de baixo custo na área de ciências morfológicas para deficientes visuais.** InterSciencePlace. 2014.

SANTOS, Danielle Aparecida Do Nascimento do; SCHLÜNZEN, Elisa Tomoe Moriya; SCHLÜNZEN, Klaus. **Formação para a educação inclusiva e especial.** Journal of Research in Special Educational Needs, v. 16, sem número, p. 539 – 543, sem mês, 2016.

SASSARKI, Romeu Kazumi: **Inclusão: Construindo uma sociedade para todos.** Rio de Janeiro WVA. 1997.

SILVA, Regiane Guimarães. **Importância da utilização de recursos didáticos impressos 3d no processo de ensino e aprendizagem de zoologia.** 2017. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE.

SILVA, Luciene M. **O estranhamento causado pela deficiência: preconceito e experiência.** Revista brasileira de educação, 11.33: 424-434, 2006.

SOARES, Paulo Vinícius et al. **Rapid prototyping and 3D-virtual models for operative dentistry education in Brazil.** Journal of dental education, v. 77, n. 3, p. 358-363, 2013.

SOUZA, Perla Ferreira de; FARIA, Joana Cristina Neves de Menezes. **A construção e avaliação de modelos didáticos para o ensino de ciências morfológicas: uma proposta inclusiva e interativa.** Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 1.550-1.561, 2011.

SOUZA, Rosângela Batista; MOTA, Sabrina Rosa; ROCHA, Ana Paula. **Autonomia No Processo De Ensino Aprendizagem Na Educação Infantil: Uma Pesquisa De Campo**. Anais do 2º Simpósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsoma. 2020.

TRIEPELS, Charlotte. SMEETS, Carlijn. NOTTEN, Kim. KRUITWAGEN, Roy. FUTTERER, Jurgen. VERGELDT, Tineke. KUIJK, Sander. **Does three-dimensional anatomy improve student understanding?** Clinical Anatomy, v. 33, p 25-33, 2020.

UNESCO. **Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais**. Brasília: UNESCO, 1994.

VEIGA-NETO, Alfredo. **Incluir para excluir**. Habitantes de Babel: políticas e poéticas da diferença. Belo Horizonte: Autêntica, p.105-118, 2001.

VERGARA-NUNES, Elton. **Audiodescrição Didática**. Tese de doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, 2016.

VILARONGA, Carla Ariela Rios. **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.

VOLPATO, Neri. et al. **Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações**: Edgard Blucher, p.272, 1st ed. 2006.

VYGOTSKY Lev Semiónovic. Obras completas. **Tomo cinco: Fundamentos de defectologia**. Havana: Editorial Pueblo Y Educación, 1989.

VYGOTSKY, Lev Semiónovic Pensamento e linguagem. Trad. M. Resende, Lisboa, Antídoto, 1979. A formação social da mente. Trad. José Cipolla Neto et alii. São Paulo, Livraria Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, Lev Semiónovic **A Formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, Lev Semiónovic. **Obras escogidas V – Fundamentos da defectología**. Traducción: Julio Guillermo Blank. Madrid: Visor, 1997. (coletânea de artigos publicados originalmente em russo entre os anos de 1924 a 1934)

VYGOTSKY, Lev Semiónovic. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

VYGOTSKY, Lev Semiónovic. **A formação social da mente**. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

ZEHETMEYR, Tania Regina De Oliveira. **O Uso da Audiodescrição Como Tecnologia Educacional para Alunos com Deficiência Visual**. 22/04/2016
143 f. Mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na Educação
Instituição de Ensino: INSTITUTO FEDERAL DE EDUC., CIÊNC. E TECN.
SUL-RIO-GRANDENSE, Pelotas.

YIN, Robert. **Applications of Case Study Research**. Thousand Oaks, CA: Sage , 2011.

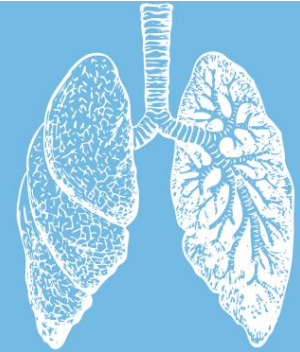
13 APÊNDICE A - PERGUNTAS NORTEADORAS PARA OS PROFESSORES

1. Como funciona o ensino de morfologia dos órgãos na escola? Em quantas aulas é abordado o tema?
2. Em que período acontece o ensino de morfologia dos órgãos na escola?
3. O ensino do corpo humano é abordado em outras disciplinas?
4. Qual a metodologia utilizada?
5. Quais as dificuldades encontradas na apresentação do tema?
6. O que facilitaria esse ensino?
7. Na sua visão, quais as maiores dificuldades dos alunos no aprendizado deste tema?
8. O ensino segue a BNCC ou é adaptado para cada realidade?
9. Já usaram algum modelo 3D para o processo de ensino e de aprendizagem na escola?

15 APÊNDICE B - PERGUNTAS NORTEADORAS PARA OS ALUNOS

1. Quais as dificuldades encontradas no aprendizado sobre os órgãos do corpo humano?
2. Após apresentado o conteúdo, consegue fixar a forma e os detalhes dos mesmos?
3. Qual órgão que tem maior interesse em conhecer?
4. Qual o órgão humano que tem maior dificuldade em compreender seu formato?
5. Se pudesse usar o tato, facilitaria o aprendizado?
6. Já usaram algum modelo 3D para o processo de ensino e de aprendizagem na escola?
7. O modelo 3D contribuiu para o entendimento da morfologia do coração?
8. Qual a importância de ter um material inclusivo na sala de aula?
9. Tocar no modelo facilitou a percepção da forma do órgão?
10. A audiodescrição ajudou no entendimento?
11. As informações na audiodescrição deveriam ser mais simples?
12. A velocidade com que as informações são passadas na audiodescrição está adequada?
13. As legendas em Braille esclareceram os detalhes que não estão na audiodescrição?
14. Na sua concepção, ter acesso a esse material de forma contínua, para ser utilizado várias vezes, promoverá uma construção do conhecimento mais efetiva?
15. A interpretação em Libras ajudou no entendimento?

MANUAL DE DESENVOLVIMENTO DE UM KIT PEDAGÓGICO PARA O ENSINO DE MORFOLOGIA BASEADO TECNOLOGIAS ASSISTIVAS



ANDERSON FERREIRA RODRIGUES
● MARIA ISABEL GIUSTI MOREIRA ●
JOÃO LADISLAU BARBARÁ LOPES



INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE
Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação
PPGCITED
Av. Ildefonso Simões Lopes, 2791 · Bairro Arco Íris · Pelotas/RS
CEP: 96.060-290
Telefone: (53) 3309.5550
www.cavg.ifsul.edu.br

Elaboração:

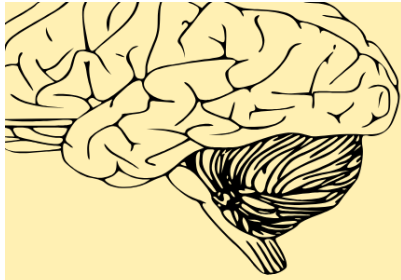
Anderson Ferreira Rodrigues
Maria Isabel Giusti Moreira
João Ladislau Barbará Lopes

Design e diagramação:

Anderson Ferreira Rodrigues
Maria Isabel Giusti Moreira
João Ladislau Barbará Lopes

Ilustrações:

Canva



Sumário

04 Apresentação

05 Teoria da Aprendizagem de Vygotsky

10 Educação Especial

12 Deficiência Visual e Auditiva

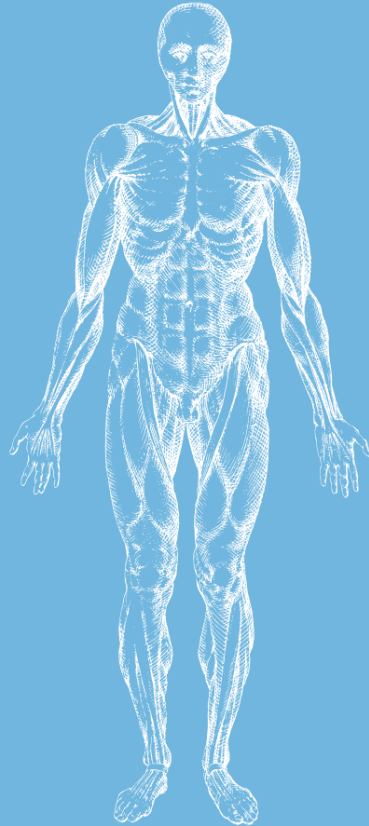
13 Tecnologias Assistivas

15 Modelos 3D

17 Desenvolvimento do Kit Pedagógico

28 Referências





Apresentação

Prezado Leitor,

Esse Produto Educacional é vinculado à dissertação de mestrado denominado "**UMA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA A PROMOÇÃO DA AUTONOMIA DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL E AUDITIVA NO ENSINO DE MORFOLOGIA**" do Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias na Educação (PPGCITED), em nível de Mestrado, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul - riograndense (IFSul), Campus Pelotas - Visconde da Graça (CaVG).

Esse trabalho apresenta o desenvolvimento de um kit de modelo biológico 3D com o propósito de promover a autonomia dos alunos com deficiência visual e auditiva durante as aulas de Morfologia, fazendo uso da tecnologia assistiva. A validação do produto educacional foi realizada com a comunidade das escolas de educação especial, na qual foi feita a investigação.

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.

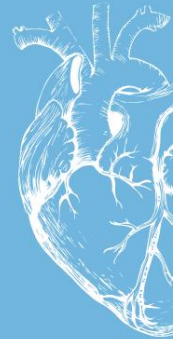
Teoria da Aprendizagem de Vygotsky



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

às ideias de Vygotsky (2007) possuem quatro conceitos elementares:

- **interação:** um meio fundamental para que as crianças adquiram conhecimento e desenvolvam habilidades cognitivas
- **mediação:** enfatiza o papel crucial das interações sociais.
- **internalização:** 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
- **Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP):** é a diferença entre o que uma criança é capaz de fazer de forma independente e o que ela pode fazer com o apoio de um adulto mais experiente.

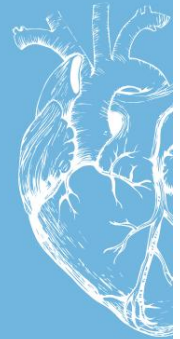


Teoria da Aprendizagem de Vygotsky



A Teoria da Aprendizagem de Vygotsky (2007), 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 (1991, p. 42) define a atividade voluntária como "um produto do desenvolvimento histórico-cultural do comportamento e como um aspecto distintivo da psicologia humana". Para pessoas com deficiência, os professores desempenham um papel crucial na facilitação da construção de estratégias de aprendizagem autodirigidas. Eles incentivam os alunos a tomarem decisões e a gerenciarem seu próprio processo de aprendizado, desempenhando, assim, um papel fundamental no desenvolvimento da autonomia desses estudantes.

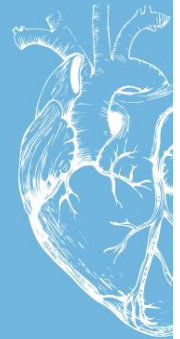


Teoria da Aprendizagem de Vygotsky



Conforme Vygotsky (1987), em momentos de aprendizagem, algumas brincadeiras auxiliam as crianças a interpretarem as ações que devem realizar, seja com a mediação de um adulto, em conjunto com outras crianças ou de forma individual. Em certos contextos, a orientação do professor é fundamental para que a criança possa aprender de maneira eficaz. No entanto, essa intervenção não deve ter o objetivo de suprimir seus conhecimentos ou alterar sua personalidade, mas sim de oferecer suporte para o desenvolvimento da autonomia.

O desenvolvimento da autonomia é muito importante pois possibilita a pessoa ser responsável pela sua aprendizagem, entretanto, não depende somente dos suportes intelectuais e emocionais, mas também do suporte material. Atualmente existe uma gama de produtos de tecnologia assistiva que possibilitam autonomia nos mais variados tipos de situações. Através desses recursos muitas pessoas com deficiências diversas elevaram a autoestima e autonomia com participação mais ativa, tanto nas atividades escolares como na vida social.

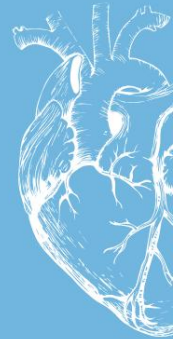


Teoria da Aprendizagem de Vygotsky



No caso de pessoas com deficiência, os mediadores desempenham um papel fundamental na adaptação do ambiente de aprendizado e na implementação de estratégias de apoio. Eles são essenciais para tornar o conteúdo acessível, personalizar materiais e facilitar a aprendizagem colaborativa, contribuindo, dessa forma, para o desenvolvimento da autonomia desses alunos.

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 ZDP 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 ZDP e possibilita o desenvolvimento da autonomia nessa habilidade específica.

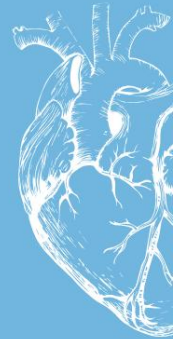


Teoria da Aprendizagem de Vygotsky



Outro ponto relevante é a internalização, também abordada por Vygotsky (2007). Ele 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, consequentemente, para o desenvolvimento de sua autonomia.

A influência da cultura e do contexto social na teoria de Vygotsky (2007) 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.



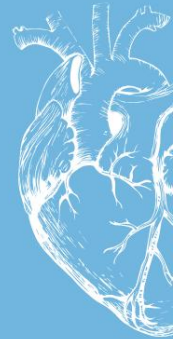
Educação Especial



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).

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, sp).

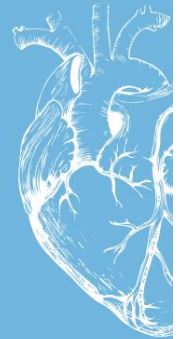


Educação Especial



Os primeiros indícios de Educação Especial no Brasil ocorreu 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; CASTRO, 2017).

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).



Deficiência Visual e Auditiva



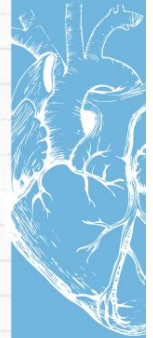
No Brasil, uma considerável parcela da população apresenta algum tipo de deficiência. No entanto, somente nas últimas duas décadas é que estão sendo elaboradas leis, políticas e núcleos de apoio que possibilitam a entrada dessas pessoas no ambiente escolar e universitário (DE MELLO e GARCIA, 2016).

Na educação básica o número de matrículas da educação especial chegou a 1,3 milhão em 2019, um aumento de 34,4% em relação a 2015. O maior número delas está no ensino fundamental, que concentra 70,8% das matrículas da educação especial (Inep/MEC, 2020).

Na área das Ciências Morfológicas, principalmente no ensino da embriologia, modelos didáticos tridimensionais são fundamentais, para pessoas com deficiência visual entenderem eventos que ocorrem em âmbito macro e microscópico (SOUZA e FARIA, 2011).

A comunidade surda, tem vivido quase sempre à margem do desenvolvimento científico-tecnológico, de acordo com Barral et al. (2012). Como o ensino de ciências inclui uma série de conceitos abstratos,

Motta (2015), postula que segundo a perspectiva de Vygotsky, a audiodescrição (recurso que traduz o que é visto em palavras), constitui um instrumento de mediação que possibilita que a pessoa cega tenha uma melhor participação nas atividades escolares.



Tecnologias Assistivas



A capacidade cognitiva de uma pessoa cega, segundo Vygotsky, é a mesma, o que muda é a forma de acessar as informações, portanto, cabe aos familiares, professores e profissionais em geral, o estímulo para que a pessoa cega desenvolva seu potencial (VYGOTSKY, 1997). Sem os recursos adequados às pessoas com deficiência podem ficar à margem do conhecimento científico, entretanto, em uma sociedade tecnológica com múltiplas possibilidades para promover a inclusão, esse fato não tem justificativa.

Segundo Radabaugh (1993) "para as pessoas sem deficiência, a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis".

A white line-art illustration of a human heart, showing the major blood vessels and the heart's structure, positioned to the right of the main text area.

"As mais sérias deficiências podem ser compensadas com ensino apropriado, pois, o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental" (VYGOTSKY, 1989).

Tecnologias Assistivas



Apesar dos recursos de Tecnologia Assistiva serem utilizados desde o início da civilização, com adaptações de bastões utilizados como bengalas, por exemplo, os termos e alcance que a tecnologia digital pode proporcionar são inovadores. Atualmente existem muitos recursos para auxiliar na adequação de metodologias específicas. Entre elas destaca-se o Sistemas Embarcados.

Os sistemas embarcados possibilitam condições para a elaboração de versões acessíveis de materiais didáticos, proporcionando inclusão e autonomia, pois, com o empoderamento de conteúdos, alunos com ou sem deficiência conseguem participar em igualdade de condições.





15

Modelos 3D

A impressão em 3D consiste em formar modelos tridimensionais através do empilhamento de várias camadas finas de materiais termoplástico, como por exemplo o PLA (Ácido Polilático).

Esse tipo de impressão surgiu como uma excelente ferramenta para realizar a inclusão, pois as impressoras estão cada vez mais acessíveis e produzem peças baratas, viáveis e customizáveis. Através da impressão 3D é possível construir diversos objetos personalizados, de maneira relativamente rápida e simples, e replicar objetos reais com todos seus detalhes.

Na área das ciências morfológicas a riqueza de detalhes proporcionada por modelos anatômicos tridimensionais proporciona um melhor entendimento ao possibilitar subsídios para a inclusão de uma gama de pessoas com as mais variadas necessidades especiais (TRIEPELS et al., 2020).

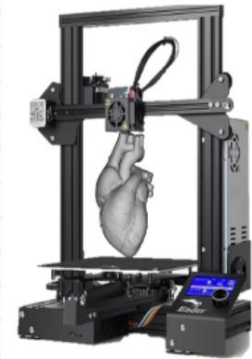
Em relação aos artefatos mediadores, foram definidos dois tipos por Vygotsky: os instrumentos físicos e os instrumentos psicológicos (signos). Os instrumentos físicos serviriam, em uma atividade externa com orientação, como condutores da influência intelectual humana para alcançar determinado objetivo.

Modelos 3D

Segundo Vygotsky, a cegueira e a surdez somente consistem em falta de uma das possíveis vias para a formação de reflexos condicionados com o ambiente. Sendo possível, portanto, a substituição de uma via tradicional por outra. Na sua teoria pessoas que trabalham com crianças cegas deveriam "ligar os sistemas e signos simbólicos a outros órgãos receptivos como a pele e o ouvido o que, a princípio, não mudaria nada, pois o signo simbólico (letras ou escrita Braille) não altera a ideia da leitura" (FERNANDES E HEALY, 2008).

Desenvolvimento do Kit Pedagógico

Material Necessário



● Impressora 3D



● Filamento PLA



● Placa de Desenvolvimento



● Sensor Touch

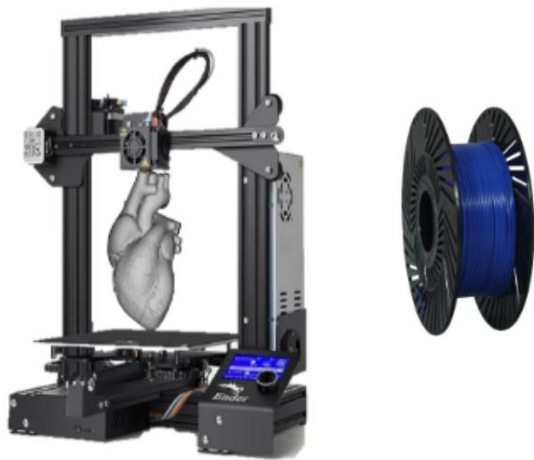
Etapa 1

Buscar modelo a ser impresso em sites de compartilhamento de arquivos e design 3D.

Site

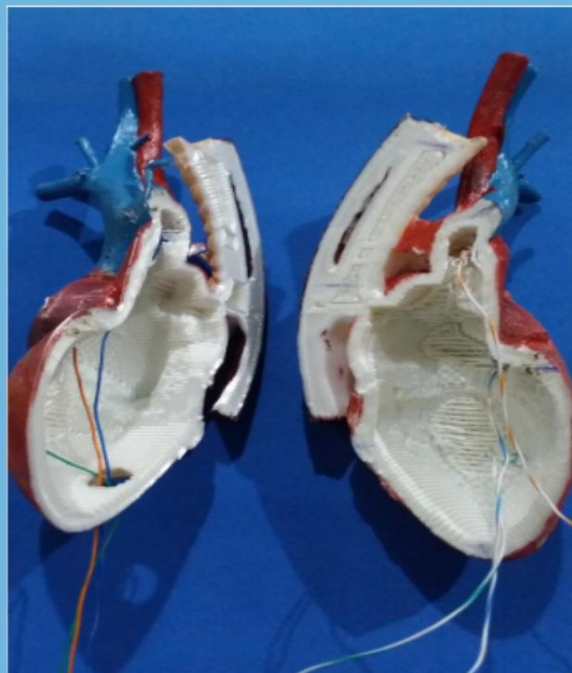


Etapa 2



**Imprimir o modelo
em uma impressora
3D. Utilizando o
filamento do tipo
PLA.**

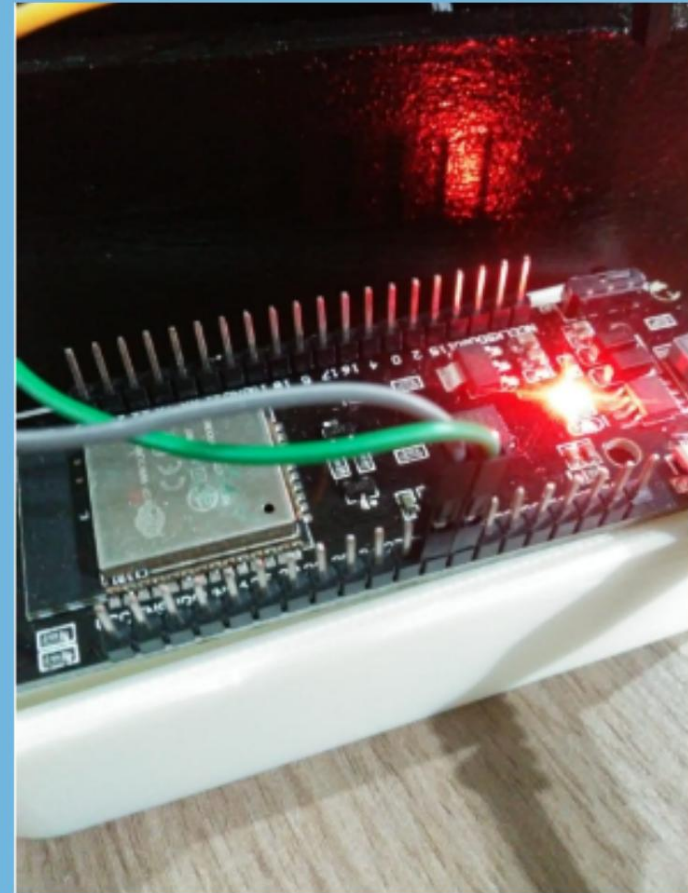
Etapa 3



**Inserir os sensores
no modelo 3D
impresso.**

Etapa 4

Conectar os
sensores a placa
de
desenvolvimento.



Etapa 5



**Desenvolver o
Firmware da
placa de
desenvolvimento.**

Etapa 6

Desenvolver o aplicativo.

Dica: utilizar o ambiente de programação MIT App Inventor

Site



Etapa 7

Artéria aorta



Artéria aorta,

**Produzir os vídeos
com a legenda, a
audiodescrição e a
tradução em libras.**

Etapa 8

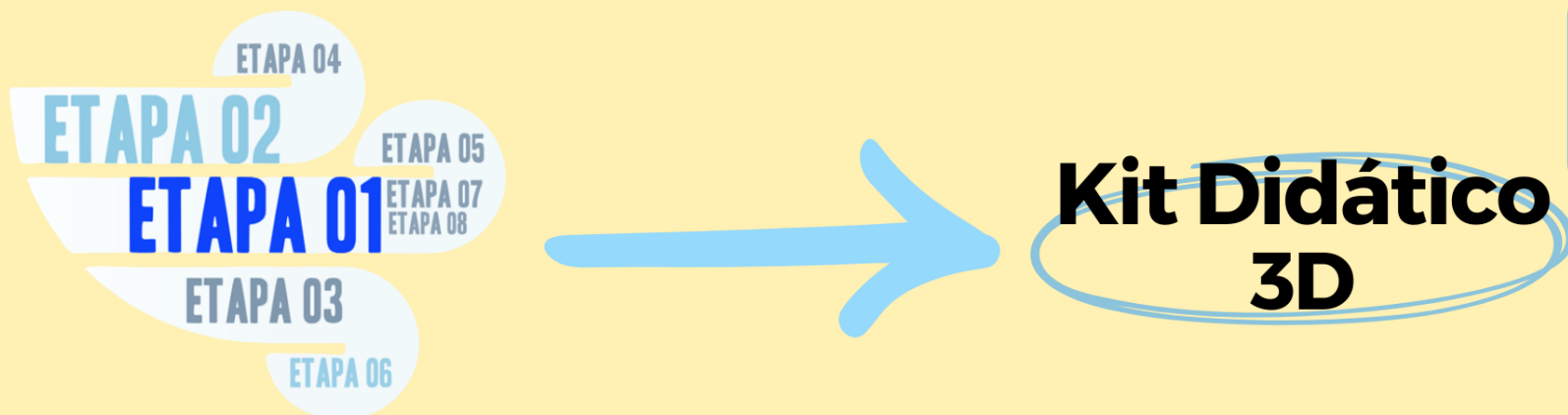
**Desenvolver o aplicativo.
Adicionar os vídeos ao Aplicativo.**

Artéria aorta



Artéria aorta,

Desenvolvimento do Kit Pedagógico





Referências

- BARRAL, J.; PINTO-SILVA, F. E.; RUMJANEK, V. M. Comunicando Ciência com as mãos: O acesso difícil dos surdos ao saber científico. Revista Ciência Hoje, 2012.
- BRASIL. Resolução CNE/CEB nº. 2 de 11 de setembro de 2001. Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. Brasília: MEC, 2001.
- DE MELO, F. R. L. V.; GARCIA, M. E. M. Legislação para estudantes com deficiência no ensino superior no Brasil e em Portugal: algumas reflexões. Acta Scientiarum. Education, v. 38. n. 3, p. 259-269, 2016.
- FARIA, E.; SOUZA, V. L. T. Sobre o conceito de identidade: apropriações em estudos sobre formação de professores. Psicologia Escolar e Educacional, vol. 15, p. 35-42, 2011.
- FERNANDES, S. H. A. A.; HEALY, L. Educação Matemática e inclusão: abrindo janelas teóricas para a aprendizagem de alunos cegos. Educação e Cultura Contemporânea, v. 5, p. 91-105, 2008.
- GRIBOSKI, Cláudia Maffini et al. Política nacional de educação especial na perspectiva da educação inclusiva. 2008.
- LIMA, N.; DELOU, C.; CASTRO, H. Ponto de vista em diversidade e inclusão volume 3. NIterói - Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Diversidade e Inclusão, 2017.
- RADABAUGH, M. P. Study on the Financing of Assistive Technology Devices of Services for Individuals with Disabilities. A report to the president and the congress of the United State, National Council on Disability. Março 1993.
- VYGOTSKY L. S. Obras completas. Tomo cinco: Fundamentos de defectología. Havana: Editorial Pueblo Y Educación, 1989.
- VYGOTSKY, L. S. Obras escogidas V – Fundamentos da defectología. Traducción: Julio Guillermo Blank. Madrid: Visor, 1997. (coletânea de artigos publicados originalmente em russo entre os anos de 1924 a 1934)
- VYGOTSKY, Lev Semiónovic. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

17 APÊNDICE D -TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Projeto de Pesquisa: UMA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA A PROMOÇÃO DA AUTONOMIA DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL E AUDITIVA NO ENSINO DE MORFOLOGIA

Instituição realizadora da Pesquisa: Instituto Federal Sul-rio-grandense - Campus Pelotas - Visconde da Graça

Pesquisador responsável: Anderson Ferreira Rodrigues

Objetivo:

O estudo configura-se em desenvolver um kit de modelo biológico 3D com o propósito de promover a autonomia dos alunos com deficiência visual e auditiva durante as aulas de morfologia, fazendo uso da tecnologia assistiva. O intuito foi demonstrar como recursos tecnológicos digitais podem contribuir para o aprofundamento do conhecimento em morfologia, beneficiando tanto os alunos cegos quanto os surdos.

Procedimentos a serem utilizados:

A pesquisa será produzida inicialmente a partir de dados coletados junto aos alunos de duas escolas de Pelotas. Para isso, será solicitado que o sujeito responda a este questionário, para que os dados coletados sejam utilizados para tabulação e posterior análise. Há o comprometimento do pesquisador em não divulgar os nomes dos sujeitos dessa pesquisa e nem mesmo informações que possam vir a expô-los, garantindo o sigilo e privacidade absoluta de seu anonimato.

Além disso, o sujeito da pesquisa terá os esclarecimentos desejados e a assistência adequada, se necessária, antes e durante a realização da pesquisa.

Desde já agradeço sua colaboração e atenção frente a pesquisa aqui apresentada.

Pelotas, ___ de _____ de 2023.

Nome do sujeito da pesquisa

Assinatura do sujeito da pesquisa