

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 07/05/2025.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**A ELABORAÇÃO DE MODELOS EM 3D COMO
FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO SOBRE
SERPENTES A PESSOAS COM DEFICIÊNCIAS VISUAIS**

LIVIA CRISTINA AMBROSIO

Botucatu – SP

2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**A ELABORAÇÃO DE MODELOS EM 3D COMO
FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO SOBRE
SERPENTES A PESSOAS COM DEFICIÊNCIAS VISUAIS**

LIVIA CRISTINA AMBROSIO

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Animais Selvagens para obtenção de título de Mestre.

Orientadora: Profa. Assoc. Lígia Souza Lima
Silveira da Mota.

Coorientador: Prof. Titular. Luís Carlos
Paschoarelli.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: MARIA CAROLINA A. CRUZ E SANTOS-CRB 8/10188

Ambrósio, Livia Cristina.

A elaboração de modelos em 3D como ferramenta pedagógica para o ensino sobre serpentes a pessoas com deficiências visuais / Livia Cristina Ambrósio. - Botucatu, 2023

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Lígia Souza Lima Silveira da Mota

Coorientador: Luis Carlos Paschoarelli

Capes: 20406010

1. Pessoas com deficiência visual. 2. Livros didáticos.
3. Morfologia. 4. Vertebrados.

Palavras-chave: Deficiência visual; Modelo didático adaptado; Morfologia; Vertebrados.

Nome do autor: **Livia Cristina Ambrosio**

TÍTULO: A ELABORAÇÃO DE MODELOS EM 3D COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO SOBRE SERPENTES A PESSOAS COM DEFICIÊNCIAS VISUAIS

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Assoc. Lígia Souza Lima Silveira da Mota.

Orientadora

Departamento de Ciências Químicas e Biológicas do Instituto de Biociências (IBB),
UNESP de Botucatu.

FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Prof. Assoc. José de Anchieta de Castro e Horta Júnior

Departamento de Biologia Estrutural e Funcional (Setor de Anatomia) do Instituto de
Biociências (IBB), UNESP de Botucatu.

Prof^a. Assoc. Cristina do Carmo Lucio Berrehil el Kattel

Departamento de Design e Moda do Centro de Tecnologia (CTC), UEM de Cianorte.

Data da Defesa: 07 novembro de 2023.

Aos meus pais Lilia e Luiz, minhas maiores fontes de amor e apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por colocar pessoas maravilhosas em meu caminho, sentir a sua presença me ajudou a superar as maiores dificuldades e, assim permitir que eu vencesse mais uma etapa e por todas as bênçãos em minha vida! Gratidão, Senhor por sempre ser meu **REFÚGIO** e **FORTALEZA**.

Gratidão a toda minha família, em especial aos meus pais, amada irmã, irmão e sobrinho muito obrigado por me ensinarem que o amor deve estar em tudo o que fazemos, pelo apoio e suporte emocional durante a minha jornada acadêmica. A minha querida Tia Maria José, que nos deixou em 2021, mas que sempre foi minha incentivadora e fez tanto por mim ao longo da sua vida. E minha amada avó Amabilie (in memoriam) umas das maiores entusiastas de cada conquista. Amo vocês!

A minha orientadora, Prof.a Ass. Lígia Souza Lima Silveira da Mota, pela oportunidade de crescimento, incentivo e orientação que a senhora proporcionou. Escrevo essas palavras de coração, pois chegando até aqui eu me sinto uma pessoa mais madura e disciplinada e, com certeza, sem a tua ajuda eu não teria aproveitado ao máximo meu potencial, eu realmente me dediquei completamente de coração nesta pesquisa.

Meu muitíssimo obrigado ao Prof. Titular. Luís Carlos Paschoarelli, meu co-orientador que, ao se deparar com meu e-mail me atendeu de forma tão acolhedora, paciente e atencioso visto que mesmo em meio de multitarefas aceitou o desafio de me auxiliar a construir o caminho que percorri desde a idealização até a concretização deste projeto, o que fez toda diferença no meu trabalho, foi justamente ter a oportunidade de frequentar o Laboratório de Ergonomia e Interfaces (LEI) da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação de Bauru.

Ao amigo Mauro discente de iniciação científica do curso de *Design* que desde o começo deste trabalho contribuiu com a produção dos materiais didáticos em 3D, através do seu tempo, dedicação. Agradeço a sua presença nas reuniões e a partilha de conhecimentos na área do design.

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos aos colaboradores da Instituição Toledo de Ensino, professor Alexandre Stein por sua contribuição valiosa na teoria e na prática do mundo da tecnologia 3D. Sua expertise e apoio foram fundamentais para o meu aprendizado. Também desejo expressar meu agradecimento à coordenadora Mariana Wagner, cuja colaboração tornou possível a construção dessa parceria enriquecedora. E ao estudante de Engenharia de Produção, Felipe Santos, por sua

dedicação incansável em atender todas as demandas e por proporcionar um processo de impressão 3D mais simplificado e moderno. Sua contribuição foi essencial para o sucesso deste projeto.

As Dras. Ângela Daou Paiva, Bianca Della Libera e a Eliane Cunha profissionais dedicadas dos Institutos de defesa dos direitos das pessoas com deficiência visual como a Laramara, Benjamin Constant e a Fundação Dorina Nowill, que mesmo distantes esclareceram as minhas dúvidas e contribuíram com minha formação na área da acessibilidade pedagógica, muito obrigada pela atenção dispensada.

Minha eterna e mais sincera gratidão a Dra. Virgínia Menezes, minha mentora intelectual sobre a temática da audiodescrição e, sobretudo, uma querida e grande amiga, a senhora é a pessoa mais inteligente, simpática, e divertida que já conheci em toda a minha vida. Seu jeito carinhoso e a sua força marcaram todas as nossas reuniões por ligação telefônica, foi incrível como a senhora tinha sempre as palavras certas em todas as situações para tornar o roteiro ajustado e acessível. Obrigada novamente pela sua dedicação, que a fez, por muitas vezes, deixar de lado seus momentos de descanso para me ajudar, o seu papel como consultora foi fundamental para promover a acessibilidade e a inclusão no projeto.

A professora especialista em educação especial Márcia Daroz, coordenadora pedagógica Raissa Regis de Campos, e a toda equipe da Escola Estadual Pedro Torres, meu sincero obrigado pelos ensinamentos e parceria. Em especial quero agradecer a todos os alunos que aceitaram participar desta pesquisa, por trazerem considerações tão preciosas e que contribuíram para o enriquecimento desta dissertação.

Ao grupo de pesquisa do Departamento de Ciências Químicas e Biológicas do Instituto de Biociências de Botucatu, que tornaram meus amigos e que enriqueceram minha jornada acadêmica, expresse minha profunda gratidão. Os momentos compartilhados e as discussões que ocorreram durante nossas reuniões desempenharam um papel essencial no meu desenvolvimento acadêmico. A turma de mestrado, em Animais Selvagens 2021-2023, pela amizade, aprendizado e companheirismo durante todos as disciplinas.

Ao Prof. Titular. Benedito Barraviera, Prof. Titular. Rui Seabra Ferreira Junior e a Pesquisadora Dra. Luciana Curtolo de Barros, do Centro de Estudos de Venenos e Animais Peçonhentos (CEVAP) agradeço a autorização de utilizar os materiais biológicos e as serpentes que pertencem a coleção científica de herpetologia, sendo que foi fundamental para o andamento do projeto.

Gratidão aos animais, principalmente as serpentes que são criaturas magníficas e que vão sempre trazer um significado em minha vida. Sou apaixonada pela vida de cada animal, e é uma honra para mim preservá-los.

A Dra. Maria José Pereira, pela imensa paciência e apoio nos dias mais complicados da minha vida, pelo carinho e compreensão, agradeço de todo meu coração, por me ensinar a trilhar o meu caminho com positividade, confiança, sabedoria e assim criando uma realidade mais leve, simples e harmoniosa.

A todos meus amigos (as) e principalmente a Gaby, Jacqueline, Fernanda e Clóvis agradeço pela amizade, pelo conhecimento partilhado, risadas e bons momentos que estiveram presentes e me ajudaram durante o Mestrado, com um gesto de carinho ou uma palavra amiga. É muito bom saber que tenho vocês sempre comigo, meus bons e velhos amigos. A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, minha eterna gratidão.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Animais Selvagens da Faculdade Medicina Veterinária Zootecnia (FMVZ) – Campus Botucatu, e a todos os docentes.

Em especial, agradeço à Comissão Examinadora do Exame Geral de Qualificação e da Defesa: a Prof^ª. Colab. e Pesq. Lucilene Delazari dos Santos; Prof. Assoc. Livre Doc. Fausto Orsi Medola; Prof. Assoc. José de Anchieta de Castro e Horta Júnior e a Prof^ª. Assoc. Cristina do Carmo Lucio Berrehil el Kattel.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. E aos outros órgãos públicos como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo: 2021/08651-7, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processos: 120746/2021-2 e 117571/2022-9 e a PROAP da CAPES - AUXPE nº 1548/2020 Edital PROPG 18/2021 de Apoio aos Projetos de Desenvolvimento Acadêmico, pelos recursos que também propiciaram desenvolvimento desta pesquisa.

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| QUADRO 1. Malhas geradas no escaneamento 3D. | 80 |
| QUADRO 2. Problemas que surgiram mediante a análise das malhas 3D..... | 84 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1. Parâmetros básicos usados na primeira impressão dos modelos 3D..... | 67 |
| TABELA 2. Parâmetros básicos usados na segunda impressão dos modelos 3D dos crânios ampliados. | 70 |
| TABELA 3. Dados detalhados aos ajustes realizados nos crânios ampliados..... | 70 |
| TABELA 4. Parâmetros com valores distintos na segunda impressão dos modelos 3D das cabeças, pele e guizo da cascavel. | 72 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1. Infográfico explicando sobre deficiência visual e as suas causas..... | 23 |
| FIGURA 2. Infográfico sobre um breve histórico da Tecnologia de impressão 3D..... | 36 |
| FIGURA 3. Estruturas cranianas, as diferentes denticões e o guizo da cascavel. | 43 |
| FIGURA 4. Serpentes. (a): <i>Boa constrictor amarali</i> ; (b): <i>Philodryas olfersii</i> ; (c): <i>Crotalus durissus terrificus</i> ; (d): <i>Bothrops jararaca</i> | 44 |
| FIGURA 5. Serpentes utilizadas na confecção das peças cranianas. | 45 |
| FIGURA 6. Preparação dos crânios. (a): Cabeça da serpente; (b): Materiais utilizados. | 45 |
| FIGURA 7. Montagem das peças anatômicas. | 46 |
| FIGURA 8. Equipamento <i>Ein Scan-SE Elite Desktop 3D Scanner</i> | 47 |
| FIGURA 9. Escaneamento 3D das peças. | 48 |
| FIGURA 10. Captura da imagem 3D. | 49 |
| FIGURA 11. Aplicação do pó revelador. | 50 |
| FIGURA 12. Escaneamento 3D do crânio da serpente <i>Boa constrictor amarali</i> | 51 |
| FIGURA 13. Testes dos diferentes posicionamentos dos animais. | 52 |
| FIGURA 14. Animais utilizados para escaneamento 3D das cabeças e escamas quilhada e lisa. | 53 |
| FIGURA 15. Escaneamento 3D das cabeças das serpentes e das escamas quilhada e lisa. | 54 |
| FIGURA 16. Reunião e análises das imagens geradas no escaneamento 3D..... | 54 |
| FIGURA 17. Ecdise e os animais utilizados do escaneamento 3D das cabeça e caudas. | 55 |
| FIGURA 18. Preparo do objeto de estudo. | 56 |
| FIGURA 19. Escaneamento 3D da ecdise, cabeça e as caudas das serpentes. | 57 |
| FIGURA 20. Edição das malhas 3D. | 58 |
| FIGURA 21. Fluxo de trabalho: noções básicas das ferramentas e o uso do <i>Gom Inspect Suite software</i> | 59 |
| FIGURA 22. Edições nas malhas 3D empregando o software <i>Gom Inspect Suite</i> | 60 |
| FIGURA 23. Utilização de ferramentas no <i>software</i> de edição de malhas 3D..... | 60 |
| FIGURA 24. Ferramentas para o tratamento da superfície do guizo. | 61 |
| FIGURA 25. Visualização das malhas 3D antes e depois do processo de edição..... | 61 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 26. Reparos manuais na malha 3D..... | 62 |
| FIGURA 27. Visualização do resultado do tratamento da malha 3D..... | 63 |
| FIGURA 28. Correção dos erros da malha 3D..... | 64 |
| FIGURA 29. Impressora de mesa aberta da marca Bigtreetech-modelo BIQU B1..... | 65 |
| FIGURA 30. <i>Software Ultimaker Cura</i> e seus comandos básicos..... | 66 |
| FIGURA 31. Criação de um suporte em modo “Árvore”..... | 66 |
| FIGURA 32. Divisão digital no centro do crânio da cobra-verde utilizando o <i>software CAD Meshmixer</i> | 68 |
| FIGURA 33. A implementação de orifícios para o encaixe de pequenos pinos quadrados na base dos crânios.. | 69 |
| FIGURA 34. Textos ampliados impressos em uma folha A4, gramatura 150 g/m2. | 75 |
| FIGURA 35. Pré-teste dos modelos em 3D. (a): Escola Estadual Professor Pedro Torres; (b): Núcleo de Atendimento Pedagógico Especializado Alcir de Oliveira (NAPE). | 76 |
| FIGURA 36. Limpeza mecânica. (a): Retirada de estruturas biológicas; (b): Remoção da pele; (c): Remoção do tecido muscular; (d): Extração do sistema nervoso..... | 78 |
| FIGURA 37. Diferentes tipos de suportes de apoio..... | 78 |
| FIGURA 38. Malhas 3D geradas exibindo o antes e depois da edição dos arquivos digitais..... | 85 |
| FIGURA 39. Imagem computacional mostrando atualização em tempo real..... | 86 |
| FIGURA 40. Peças impressas das espécies não peçonhentas..... | 87 |
| FIGURA 41. Peças impressas das espécies peçonhentas..... | 88 |
| FIGURA 42. Modelos 3D, crânio da <i>Philodryas olfersii</i> (cobra-verde). | 88 |
| FIGURA 43. Modelos 3D dos crânios das serpentes em escala ampliada..... | 90 |
| FIGURA 44. Modelos 3D das cabeças das serpentes em escala real..... | 91 |
| FIGURA 45. Modelos 3D da cabeça, pele e guizo da cascavel em escala diversificada..... | 92 |
| FIGURA 46. Modelos 3D das caudas da jararaca, cascavel e a pele da cobra-verde na escala real..... | 93 |
| FIGURA 47. Modelagem inorgânica no <i>software Fusion 360</i> dos quatro tipos de trajetos..... | 94 |
| FIGURA 48. Estudante 1, Escola Estadual Professor Pedro Torres..... | 95 |
| FIGURA 49. Estudante 2, Escola Estadual Professor Pedro Torres..... | 96 |
| FIGURA 50. Participante 3, Núcleo de Atendimento Pedagógico Especializado Alcir de Oliveira (NAPE). | 96 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 51. Estudante 4, Escola Estadual Professor Pedro Torres..... | 97 |
| FIGURA 52. Estudante 5, Escola Estadual Professor Pedro Torres..... | 97 |
| FIGURA 53. Estudante 6, Escola Estadual Professor Pedro Torres..... | 98 |
| FIGURA 54. Texto Texto ampliado com audiodescrição em Qr Code tátil.. | 99 |
| FIGURA 55. Estudante com baixa visão tentando realizar a leitura. | 99 |
| FIGURA 56. <i>Design</i> final das placas em Braille. | 101 |
| FIGURA 57. Os participantes conhecendo as características morfológicas das serpentes. | 103 |
| FIGURA 58. Pergunta do item A do questionário sobre modelos 3D: descrição das respostas dos participantes 1 e 2 sobre as cabeças das quatro espécies de serpentes. ... | 104 |
| FIGURA 59. Pergunta do item A do questionário sobre modelos 3D: descrição das respostas dos participantes 3 e 4 sobre as cabeças das quatro espécies de serpentes. ... | 105 |
| FIGURA 60. Pergunta do item A do questionário sobre modelos 3D: descrição das respostas dos participantes 5 e 6 sobre as cabeças das quatro espécies de serpentes. ... | 107 |
| FIGURA 61. Pergunta do item B do questionário sobre modelo 3D: a localização da fosseta loreal e narina por meio do tato. | 109 |
| FIGURA 62. Pergunta do item B sobre audiodescrição: a localização da fosseta loreal e narina por meio do conteúdo sonoro..... | 111 |
| FIGURA 63. Pergunta do item B do questionário sobre modelo 3D: como é a pele e o formato dos anéis no guizo da cascavel por meio do tato. | 112 |
| FIGURA 64. Respostas dos participantes 1 e 2 do item B do questionário modelo 3D: as sensações táteis da pele e guizo da cascavel..... | 114 |
| FIGURA 65. Respostas dos participantes 3 e 4 do item B do questionário modelo 3D: as sensações táteis da pele e guizo da cascavel..... | 116 |
| FIGURA 66. Respostas das participantes 5 e 6 do item B do questionário modelo 3D: as sensações táteis da pele e guizo da cascavel..... | 118 |
| FIGURA 67. Pergunta do item B do questionário sobre audiodescrição: como é pele e o formato dos anéis no guizo da cascavel por meio do conteúdo sonoro..... | 120 |
| FIGURA 68. Respostas dos participantes 1 e 2 do item B do questionário audiodescrição: as percepções sonoras da pele e guizo da cascavel..... | 121 |
| FIGURA 69. Respostas dos participantes 3 e 4 do item B do questionário audiodescrição: as percepções sonoras da pele e guizo da cascavel..... | 123 |
| FIGURA 70. Respostas das participantes 5 e 6 do item B do questionário audiodescrição: as percepções sonoras da pele e guizo da cascavel..... | 125 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 71. Pergunta do item C do questionário sobre modelo 3D: o formato das escamas localizada na cabeça das serpentes por meio do tato..... | 127 |
| FIGURA 72. Uso de material complementar acessível para representar o formato de três tipos de escamas: losango, oval e hexágono, com a participação de seis participantes. | 128 |
| FIGURA 73. Pergunta do item C do questionário sobre audiodescrição: o formato das escamas localizada na cabeça das serpentes por meio conteúdo sonoro. | 129 |
| FIGURA 74. Pergunta do item D do questionário sobre modelo 3D: perceber a grande capacidade que o animal possui para abrir a boca e entender como é a jararaca de veludo por meio do tato. | 130 |
| FIGURA 75. Pergunta do item D do questionário sobre modelo 3D: comparação do tamanho do modelo original em relação ao modelo ampliado e assim entender como são as cabeças das serpentes, pele e guizo da cascavel por meio do tato. | 132 |
| FIGURA 76. Pergunta do item D do questionário sobre audiodescrição: imaginar na totalidade como são as cabeças das serpentes, pele e guizo da cascavel por meio do conteúdo sonoro..... | 133 |
| FIGURA 77. Pergunta do item E do questionário sobre modelo 3D: a relação ao modelo 3D e a qualidade do material ao tatear as cabeças das serpentes, pele e guizo da cascavel por meio do tato. | 135 |
| FIGURA 78. Pergunta do item E do questionário sobre audiodescrição: verificação da qualidade do áudio por meio do conteúdo sonoro. | 137 |
| FIGURA 79. Modelos 3D finalizados dos crânios das serpentes..... | 138 |
| FIGURA 80. Modelos 3D finalizados das serpentes não peçonhentas. | 139 |
| FIGURA 81. Modelos 3D finalizados das serpentes peçonhentas. | 139 |
| FIGURA 82. Modelos 3D finalizados das caudas e cabeças..... | 140 |
| FIGURA 83. Modelos 3D finalizados dos quatro movimentos das serpentes. | 141 |
| FIGURA 84. Características anatômicas dos ofídios. | 233 |
| FIGURA 85. Estruturas escaneadas na primeira coleta..... | 234 |
| FIGURA 86. Teste de volume máximo. | 236 |
| FIGURA 87. Teste de influência da quantidade de <i>takes</i> | 236 |
| FIGURA 88. Teste de influência das cores e texturas na duração do escaneamento. | 237 |
| FIGURA 89. Teste movimentação brusca entre <i>groups</i> | 238 |
| FIGURA 90. Teste de repetição. | 239 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 91. À esquerda, suportes de fixação dos crânios (A). À direita, suporte translúcido (B). | 240 |
| FIGURA 92. Remoção das estruturas de suporte..... | 241 |
| FIGURA 93. Remoção de ruídos. | 241 |
| FIGURA 94. Reparo da Estrutura. | 242 |
| FIGURA 95. Fechamento de furos. | 243 |
| FIGURA 96. Melhoria da malha. | 243 |
| FIGURA 97. Adaptação para impressão. | 244 |
| FIGURA 98. Verificação de erros. | 245 |
| FIGURA 99. Exportação. | 246 |
| FIGURA 100. Malhas obtidas após o tratamento da primeira coleta. | 246 |
| FIGURA 101. Protótipos do crânio de Cobra Verde em escalas original e 200%. | 247 |
| FIGURA 102. Protótipos da cauda de cascavel. | 248 |
| FIGURA 103. Serpentes fixadas em formol e conservadas em álcool. | 249 |
| FIGURA 104. Suportes e escaneamento da segunda coleta. | 250 |
| FIGURA 105. Malhas obtidas após o tratamento da segunda coleta. | 250 |
| FIGURA 106. Torres de temperatura para PLA e ABS. | 253 |
| FIGURA 107. Suporte em árvore ao lado do protótipo de cabeça de cascavel (A). Adesão em função Brim com 8mm de espessura (B). | 254 |
| FIGURA 108. Orientação e escala de impressão. | 255 |
| FIGURA 109. Protótipos impressos das cabeças de Cascavel e Cobra verde, escama de Cascavel, e cauda de Cascavel. | 256 |
| FIGURA 110. Método utilizado para desenvolver os materiais..... | 257 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

3D: Três dimensões

A: Altura

ABS: Acrilonitrila Butadieno Estireno

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

CAT: Comitê de Ajudas Técnicas

C: Comprimento

CEUA: Comissão de Ética no Uso de Animais

CEVAP: Centro de Estudos de Venenos e Animais Peçonhentos

Cm: Centímetros

D: Diâmetro

FDM: *Fused Deposition Modeling*

G: Gramas

G: Gramatura

G8: Geração 8

H: Hora

ITE: Instituição Toledo de Ensino

L: Largura

LEI: Laboratório de Ergonomia e Interfaces

M: Metros

M²: Metro Quadrado

Min: Minutos

NAPE: Núcleo de Atendimento Pedagógico Especializado Alcir de Oliveira

Nasa: *National Aeronautics and Space Administration*

OMS: Organização Mundial da Saúde

PNS: Pesquisa Nacional de Saúde

PC: Policarbonato

PLA: Ácido Polilático

QR Code: Código de Barras Bidimensional

SE: *Ein Scan*

SEDH/PR: Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República

STL: *Standard Tessellation Language*

TA: Tecnologia Assistiva

SUMÁRIO

| | |
|---|-------------|
| AGRADECIMENTOS | vi |
| LISTA DE QUADROS..... | ix |
| LISTA DE TABELAS | x |
| LISTA DE FIGURAS..... | xi |
| LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS..... | xvi |
| SUMÁRIO..... | xvii |
| RESUMO | xx |
| ABSTRACT..... | xxi |
| IMPACTO CIENTÍFICO DO PRODUTO GERADO | xxii |
| CAPÍTULO I..... | 23 |
| 1. REVISÃO DE LITERATURA | 23 |
| 1.1. Deficiência Visual..... | 23 |
| 1.2. Inclusão social | 24 |
| 1.3. Tecnologia assistiva: audiodescrição transformando o visual em acessível | 30 |
| 1.4. Legislação Brasileira e a sua aplicação no Brasil..... | 33 |
| 1.5. Tecnologia de Impressão 3D | 34 |
| 1.6. Serpentes..... | 37 |
| 2. OBJETIVOS..... | 41 |
| 2.1. Objetivo geral..... | 41 |
| 2.2. Objetivos específicos | 41 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 42 |
| 3.1. Locais de estudo | 42 |
| 3.2. Preparação dos materiais biológicos para a realização do escaneamento 3D.. | 42 |
| 3.3. Construção dos modelos tridimensionais | 47 |
| 3.3.1. Escaneamento digital das peças..... | 47 |
| 3.3.1.1. Escaneamento digital das peças: crânios e guizo | 47 |
| 3.3.1.2. Escaneamento 3D das cabeças, escamas quilhada e lisa | 51 |
| 3.3.1.3. Escaneamento 3D da ecdise, cabeça da <i>Bothrops moojeni</i> e caudas..... | 55 |
| 3.3.2. Importação, análise e edição das imagens 3D | 57 |
| 3.3.4. <i>Software CAD Meshmixer</i>: cortes digitais estratégicos nos crânios das serpentes | 67 |

| | |
|--|-----|
| 3.3.5. Planejamento para a manufatura aditiva dos modelos virtuais com a impressora <i>ENDER 3</i> | 69 |
| 3.3.6. Modelagem 3D dos padrões de locomoção em serpentes utilizando o software <i>Fusion 360</i> | 73 |
| 3.4. Roteiro da audiodescrição com código de barras bidimensional (<i>Qr Code</i>) tátil e textos impressos ampliados | 74 |
| 3.4.1. Placas projetadas em Braille..... | 75 |
| 3.4.2. Validação dos recursos acessível nos espaços educativos..... | 75 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 77 |
| 4.1. Preparo dos crânios para o escaneamento 3D..... | 77 |
| 4.2. Fixação adequada para o escaneamento 3D..... | 79 |
| 4.3. Importação, análise e correção das malhas 3D: as limitações e soluções com o <i>Software GOM Inspect Suite</i> | 79 |
| 4.4. Benefícios da imagem digital em tempo real no escaneamento 3D de serpentes..... | 86 |
| 4.5. A manufatura aditiva dos modelos virtuais com a impressora <i>BIQU B1</i> | 87 |
| 4.6. O impacto dos cortes digitais realizado com <i>software CAD Meshmixer</i> e a otimização da prototipagem rápida nos modelos cranianos das serpentes | 89 |
| 4.7. A manufatura aditiva dos modelos 3D dos modelos virtuais..... | 90 |
| 4.8. Aplicação e validação dos modelos em 3D e a audiodescrição. | 101 |
| 4.9. Processo final de <i>Design</i> das placas em Braille | 100 |
| 4.10. Respostas dos participantes perante a aplicação do questionário | 101 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 142 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 143 |
| APÊNDICE A..... | 152 |
| EXEMPLOS DAS AUDIODESCRIÇÕES..... | 152 |
| APÊNDICE B..... | 161 |
| TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)..... | 161 |
| APÊNDICE C..... | 163 |
| QUESTIONÁRIO PARA VALIDAÇÃO DOS MODELOS EM 3D | 163 |
| APÊNDICE D..... | 184 |
| PLANO DE AULA DOS MODELOS 3D | 184 |
| PLANO DE AULA DAS AUDIODESCRIÇÃO | 193 |
| APÊNDICE E..... | 200 |

| | |
|---|------------|
| PLACAS EM BRAILLE | 200 |
| PLACAS COM Qr CODE TÁTIL..... | 206 |
| APÊNDICE F | 224 |
| ARQUIVOS DIGITAIS FORMATO STL..... | 224 |
| ARQUIVOS DIGITAIS FORMATO <i>G CODE BIQUI BI</i> | 225 |
| ARQUIVOS DIGITAIS FORMATO 3MF E <i>G CODE ENDER 3</i>..... | 226 |
| CAPÍTULO II: TRABALHO CIENTÍFICO | 227 |
| RESUMO..... | 228 |
| ABSTRACT..... | 229 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 230 |
| 2. OBJETIVOS..... | 231 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS | 232 |
| 3.1 Características do Estudo e Aspectos Éticos | 232 |
| 3.2 Objeto De Estudo | 232 |
| 3.3 Instrumentos..... | 233 |
| 3.4 Procedimentos - Etapa I..... | 234 |
| 3.4.1 Compreensão do processo de escaneamento | 234 |
| 3.4.2 Testes de escaneamento | 235 |
| 3.4.3 Suportes | 239 |
| 3.4.4 Edição dos dados..... | 240 |
| 3.4.5 Malhas obtidas na etapa I | 246 |
| 3.4.6 Impressão 3D dos crânios e cauda das serpentes..... | 247 |
| 3.5 Procedimentos - Etapa II | 248 |
| 3.5.1 Preparação e escaneamento de cabeças e escamas das serpentes | 249 |
| 3.5.2 Preparação e escaneamento de cabeças e escamas das serpentes | 251 |
| 3.5.3 Parâmetros de impressão | 251 |
| 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO | 257 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 259 |
| 6. AGRADECIMENTOS | 259 |
| REFERÊNCIAS | 260 |

AMBROSIO, L. C. A elaboração de modelos em 3D como ferramenta pedagógica para o ensino sobre serpentes a pessoas com deficiências visuais. Botucatu, 2023. 261 p. Dissertação (Mestrado em Animais Selvagens) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (FMVZ – UNESP).

RESUMO

Cerca de 39 milhões de pessoas globalmente possuem deficiência visual total e 246 milhões apresentam baixa visão. A falta de acessibilidade gera barreiras para pessoas com deficiência visual. Educar para incluir demanda materiais adaptados para garantir igualdade na educação. Diante do exposto, o objetivo deste projeto foi a criação de modelos didáticos em impressão 3D adaptados aos estímulos sensoriais, abordando quatro temas centrais sobre as serpentes. Esses temas incluem os formatos de escamas, estrutura dos crânios e cabeças, características de caudas e modos de locomoção desses animais e assim impulsionando uma educação em zoologia, mais inclusiva, acessível e promovendo um aprendizado mais significativo. Com o *scanner* 3D *EinScan-SE*, realizamos a captura digital das serpentes, que estavam mortas. Após a obtenção das malhas 3D, procedemos com as correções utilizando o *software* *Gom Inspect*. Em seguida, preparamos arquivos no *software* *Ultimaker Cura* para as impressoras de mesa aberta, usando PLA (Poliácido Láctico) como material. Validamos algumas das peças 3D, incluindo os recursos como audiodescrição por intermédio de questionários e assim como a produção de placas em Braille para impulsionar a acessibilidade na educação e uma experiência imersiva no estudo das serpentes. Os modelos 3D podem ser utilizados para conscientização sobre a preservação e a convivência responsável com esses animais. Para concluir, a tecnologia de impressão 3D pode ser uma ferramenta valiosa ao garantir a inclusão, especialmente de pessoas cegas e com baixa visão, ao oferecer acesso a materiais adaptados e tecnologias assistivas.

Palavras chave: deficiência visual, morfologia, modelo didático adaptado, vertebrados.

AMBROSIO, L. C. The development of 3D models as a pedagogical tool for teaching snakes to people with visual impairments. Botucatu, 2023. 261 p. Dissertation (Master in Wild Animals), Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Botucatu Campus, Paulista State University (FMVZ – UNESP).

ABSTRACT

About 39 million people globally have total visual impairment and 246 million have low vision. The lack of accessibility creates barriers for people with visual impairments. Educate to include demand adapted materials to ensure equality in education. Given the above, the objective of this project was the creation of didactic models in 3D printing adapted to sensory stimuli, addressing four central themes about snakes. These topics include the shapes of scales, structure of skulls and heads, tail characteristics and modes of locomotion of these animals and thus driving an education in zoology, more inclusive, accessible and promoting more meaningful learning. With the *EinScan-SE 3D scanner*, we digitally captured the snakes, which were dead. After obtaining the 3D meshes, we proceed with the corrections using the *Gom Inspect software*. We then prepare files in the *Ultimaker Cure software* for the open desktop printers, using PLA (Polylactic Acid) as the material. We validated some of the 3D pieces, including features such as audio description through questionnaires and as well as the production of Braille plates to boost accessibility in education and an immersive experience in the study of snakes. The 3D models can be used to raise awareness about the preservation and responsible coexistence with these animals. To conclude, 3D printing technology can be a valuable tool in ensuring inclusion, especially of people who are blind and have low vision, by providing access to adapted materials and assistive technologies.

Keywords: visual impairment, morphology, adapted didactic model, vertebrates.

IMPACTO CIENTÍFICO DO PRODUTO GERADO

Em resumo, o impacto científico dos produtos gerados nesta pesquisa é verdadeiramente imensurável. Ele transcende as fronteiras da educação e mergulha profundamente na área da biologia das serpentes e da inclusão de pessoas com deficiência visual. A chave para essa transformação está na tecnologia de impressão 3D. Ela não apenas viabiliza a criação de modelos adaptados, mas também destaca o crescente impacto dessa tecnologia na pesquisa e divulgação científica. A impressão 3D está se tornando uma ferramenta valiosa em várias áreas científicas e educacionais. Ao educar as pessoas sobre a anatomia e o comportamento das serpentes, este projeto incentiva a adoção de práticas que evitam conflitos entre humanos e serpentes, contribuindo para a preservação desses animais. Além disso, cria oportunidades para futuras pesquisas. Os modelos 3D podem servir como base para estudos adicionais, expandindo o trabalho para outras áreas de zoologia, bem como para o aprimoramento da acessibilidade na educação em ciências. Mas, acima de tudo, essa pesquisa estabelece um novo paradigma na educação, ciência e acessibilidade. A criação de modelos didáticos em impressão 3D adaptados para estímulos sensoriais, focados em quatro aspectos fundamentais das serpentes, quebra as barreiras do acesso ao conhecimento. A igualdade na educação é um princípio fundamental, e essas peças impressas, audiodescrição e placas em Braille proporcionam oportunidades de aprendizado mais significativas e inclusivas para estudantes com baixa visão ou cegueira. Este estudo representa uma abordagem inovadora para tornar o conhecimento científico mais acessível e envolvente, contribuindo para a igualdade de oportunidades e para a proteção da vida selvagem.

CAPÍTULO I

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Deficiência Visual

Segundo Fernandes e Costa (2015), a deficiência visual é quando existe a perda ou redução da capacidade de interpretação e compreensão do mundo mediante a capacidade visual, podendo ser uma deficiência total (cegueira) ou a redução da visão chamada de subnormal ou baixa visão, que se trata do comprometimento de 40 a 60% da visão.

De acordo com Turbiani (2019) cerca de 39 milhões de pessoas no mundo possuem deficiência visual total e 246 milhões apresentam baixa visão, sendo que 90% dos casos ocorrem nos países emergentes e subdesenvolvidos (Figura 1). As principais causas da deficiência visual nos adultos ocorrem devido às doenças como glaucoma, atrofia do nervo óptico, retinopatia diabética, degeneração macular e retinose pigmentar. Enquanto, nas crianças, as principais causas são retinopatia da prematuridade, catarata congênita, glaucoma congênito e toxoplasmose ocular congênita (Organização Mundial da Saúde, 2019).



FIGURA 1. Infográfico explicando sobre deficiência visual e as suas causas.

Fonte: Acervo pessoal.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) esclarece que, uma boa parte das deficiências existentes no mundo, poderiam ter sido revertidas ou reduzidas caso o tratamento precoce tivesse sido realizado. Sendo assim, é essencial que os gestores se conscientizem e passem a realizar um atendimento adequado, com tratamentos precoces bem como a criação de programas e serviços especializados para fazer com que as pessoas afetadas possam edificar uma existência autônoma e frutífera.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da literatura e dos resultados obtidos foi possível perceber que precisamos cada vez mais de profissionais trabalhando a inclusão social em todos os setores. Também é fundamental destacar que, cada vez mais, é importante a elaboração de materiais adaptados para o ensino e aprendizagem, com o intuito de aumentar o acesso de pessoas com deficiência visual aos espaços da sociedade.

Fizemos a validação de algumas dessas peças 3D, incorporando recursos como audiodescrição por meio de questionários e produzimos placas em Braille para intensificar a acessibilidade na educação, possibilitando um ambiente de aprendizado envolvente e inclusivo no estudo das serpentes. Além de seu valor educacional, estes modelos 3D também têm o potencial de elevar a conscientização sobre a importância da preservação das serpentes e a necessidade de uma convivência responsável com esses animais em nosso ecossistema. Em suma, a tecnologia de impressão 3D desempenha um papel crucial na promoção da inclusão, especialmente para indivíduos cegos e com baixa visão, ao oferecer acesso a materiais adaptados e tecnologias assistivas. Essa pesquisa demonstra como a biologia e a tecnologia podem avançar na construção de um mundo mais igualitário e acessível para todos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. G. **Impressão 3D**: um estudo exploratório sobre desenhos de modelos de negócio. 2019. 109 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Negócios) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12142/tde-17032020-180812/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

ALVES, J. M. **Para além da acessibilidade**: a empatia na audiodescrição. 2021. 17 f. Monografia (Licenciatura em Biblioteconomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2021. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/228425/TCC_Juliana%20Alves_Final%20DOC%20ENTREGA%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 dez. 2021.

ALVES, S. F.; ARAÚJO, V. L. S. Formação do audiodescritor: a estética cinematográfica como base para o aprendizado da estética da audiodescrição - materiais, métodos e produtos. **Caderno de Tradução**, Florianópolis v. 36, n. 3, p. 34-59, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/traducao/article/view/21757968.2016v36n3p34/32400>. Acesso em: 10 dez. 2021.

ALVES, S. F.; TELES, V. C.; PEREIRA, T. V. Propostas para um modelo brasileiro de audiodescrição para deficientes visuais. **Revista Tradução e Comunicação**, São Paulo, v. 22, n. 22 p. 1-21, 2011. Disponível em: <https://revista.pgskroton.com/index.php/traducom/article/view/1811>. Acesso em: 22 set. 2021.

ARCAND, K. K. *et al.* Touching the stars: improving NASA 3D printed data sets with blind and visually impaired audiences. **Journal of Science Communication**, Trieste, v. 18, n. 4, p. 1-22, 2019. Disponível em: https://jcom.sissa.it/sites/default/files/documents/JCOM_1804_2019_A01.pdf. Acesso em: 4 abr. 2022.

BARBOSA, J. B. M. *et al.* Utilização de impressoras 3D para o desenvolvimento de metodologias ativas em cursos de engenharia. **Research, Society and Development**, Itabira, v. 10, n. 10, p. e181101018657, 2021. DOI 10.33448/rsd-v10i10.18657. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18657>. Acesso em: 1 set. 2023.

BELL, E. C.; SILVERMAN, A. M. Access to math and science content for youth who are blind or visually impaired. **The Journal of Blindness Innovation Research**, Baltimore, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2019. Disponível em: <https://nfb.org/images/nfb/publications/jbir/jbir19/jbir090101.html>. Acesso em: 29 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**: educação é a base. Brasília: Ministério da Educação, 2017. 600 p. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 1 set. 2023.

BRASIL. Ministério das Comunicações (MC). Portaria nº 188, de 24 de março de 2010. Altera o subitem 3.3 e o item 7 da Norma Complementar n. 01/2006 — Recursos de acessibilidade, para pessoas com deficiência, na programação veiculada nos serviços de radiodifusão de sons e imagens e de retransmissão de televisão. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 153, 25 mar. 2010. Disponível em: <http://repositorio.mctic.gov.br/handle/mctic/1959>. Acesso em: 15 dez. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF: Presidência da República, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 19 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Biblioteca Virtual em Saúde Ministério da Saúde. **Dia internacional de atenção aos acidentes ofídicos**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, mar. 2019b. Disponível em: <http://bvs.saude.gov.br/ultimas-noticias/2790-19-9-dia-internacional-de-atencao-aos-acidentes-ofidicos>. Acesso em: 27 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Acidentes de trabalho por animais peçonhentos entre trabalhadores do campo, floresta e águas, Brasil 2007 a 2017. **Boletim Epidemiológico**, Brasília, v. 50, n. 11, p. 1-14, mar. 2019a. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/marco/29/2018-059.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

BRULÉ, E. *et al.* MapSense: multi-sensory interactive maps for children living with visual impairments. In: CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2016, San José, California, USA. **Proceedings** [...]. New York: Association for Computing Machinery, 2016. Disponível em: <https://hal.inria.fr/hal01263056/document>. Acesso em: 4 abr. 2022.

CALAZANS, A.; MARTINS, C. A. O uso da tecnologia de impressão 3D na educação: pressupostos conceituais a partir da teoria do duplo aspecto de Andrew Feenberg. **Revista Dialectus**, São Paulo, n. 23, p. 33-53, 2021. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/dialectus/article/view/71847/197293>. Acesso em: 10 abr. 2023.

CANEDO-ARGUELLES, E. L.; SOMONTE, M. D. Estado actual del prototipado rápido y futuro de éste. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA GRÁFICA, 11., 1999, Logroño. **Proceedings** [...]. Logroño: Universidad de la Rioja, 1999. v. 3, p. 1242-1255. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/358595456_Estado_actual_del_prototipado_rapido_y_futuro_de_este. Acesso em: 15 ago. 2023.

CBN CAMPINAS. **Festival internacional de filmes sobre deficiência**. Fala de: Graciela Pozzobon. Campinas: Estúdio CBN, 2021. 1 vídeo (7:50 min.). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fZ0QIa2LVqg>. Acesso em: 9 jan. 2022.

CHOI, S. H.; SAMAVEDAM, S. Modelling and optimisation of rapid prototyping. **Computers in Industry**, New York, v. 47, n. 1, p. 1-21, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361501001403>. Acesso em: 12

ago. 2023.

COMO fazer cortes precisos na sua impressão 3d com meshmixer. Produção de: Oswaldo Salzano. São Paulo: Estúdio 3D Print Academy Impressão 3D Pro e Maker, 2020. 1 vídeo (7:20 min.). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pVITNHBNvLk>. Acesso em: 18 jul. 2023.

COSTA, G. R. V.; MAIOR, I. M. M. L.; DE LIMA, N. M. Acessibilidade no Brasil: uma visão histórica. In: SEMINÁRIO, 3., OFICINAS ACESSIBILIDADE, TI E INCLUSÃO DIGITAL, 2., 2005, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Secretaria Especial dos Direitos Humanos, 2005. p. 1-5. Disponível em: http://www.prodiam.sp.gov.br/multimidia/midia/cd_atiid/conteudo/ATIID2005/MR1/01/AcessibilidadeNoBrasilHistorico.pdf. Acesso em 07 jan. 2022.

COSTA, L. M. Normas técnicas da audiodescrição nos Estados Unidos e na Europa e seus desdobramentos no Brasil: interpretação em foco. **Revista Brasileira de Tradução Visual**, Rio de Janeiro, v. 13, p. 1-24, 2012. Disponível em: <https://adww.online/normas-tecnicas-da-audiodescricao-nos-estados-unidos-e-na-europa-e-seus-desdobramentos-no-brasil-interpretacao-em-foco/>. Acesso em: 30 set. 2021.

CRIE encaixes para impressão 3D de maneira muito rápida e fácil. Produção de: Murilo Laffranchi. Jaboticabal: Estúdio 3D Geek Show Impressão 3D, 2018. 1 vídeo (16:41 min.). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Kf7QfQTZ-R8>. Acesso em: 17 jul. 2023.

CRISTO, A. L. L.; FREITAS, T. Y. P.; RODRIGUES, J.; LOPES, J. A interface entre terapia ocupacional e impressão 3D: desenvolvimento de protótipo de prótese funcional. In: MEDOLA, F. O.; PASCHOARELLI, L.C. (org.). **Tecnologia assistida desenvolvimento e aplicação**. Bauru: Canal 6 Editora, 2018. cap. 3, p. 213-223. Disponível em: <https://www.canal6livraria.com.br/pd-5ed353-tecnologia-assistida-desenvolvimento-e-aplicacao.html>. Acesso em: 21 jun. 2021.

DOMINGUES, C. A. *et al.* **A educação especial na perspectiva da inclusão escolar: os alunos com deficiência visual: baixa visão e cegueira**. Brasília: Secretaria de Educação Especial, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/43214>. Acesso em: 9 ago. 2021.

FERNANDES, W. L.; COSTA, C. S. L. Possibilidades da tutoria de pares para estudantes com deficiência visual no ensino técnico e superior. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v. 21, n. 1, p. 39-56, 2015. DOI 10.1590/S1413-65382115000100004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbee/a/NdbbF87fYFSTdrRwwLB8hWP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 abr. 2023.

FRANCISCO, B. M. **Simulação no processo de injeção utilizando o software moldflow**. 2016. 40 f. Monografia (Tecnologia em Polímeros) - Faculdade de Tecnologia de Sorocaba, Sorocaba, 2016. Disponível em: http://www.fatecsorocaba.edu.br/nucleos/naap/SIMULACAOINJECAO_SOFTWARE_MOLDFLOW-BEATRIZ-FRANCISCO.pdf. Acesso em: 16 nov. 2023.

FRANCO, E. P. C. A importância da pesquisa acadêmica para o estabelecimento de normas da audiodescrição no Brasil. **Revista Brasileira de Tradução Visual**, Recife, v. 3, n. 3, p. 1-14, 2010. Disponível em: <https://adww.onlineimportancia-da-pesquisaacademica-para-o-estabelecimento-de-normas-da-audiodescricao-no-brasil/>. Acesso em: 22 set. 2021.

FRANCO, E. P. C.; SILVA, M. C. C. C. Audiodescrição: breve passeio histórico. In: MOTTA, L. M. V. M.; M. ROMEU FILHO, P. (org.). **Audiodescrição: transformando imagens em palavras**. São Paulo: Secretaria dos Direitos das Pessoa com Deficiência do Estado de São Paulo, 2010. cap. 1, p. 19-36. Disponível em: <http://www.vercompalavras.com.br/download/audiodescricao-transformando-imagensem-palavras.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2022.

GALVÃO FILHO, T. A. **Tecnologia assistiva para uma escola inclusiva: apropriação, demandas e perspectivas**. 2009. 346 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/10563/1/Tese%20Teofilo%20Galvao.pdf/>. Acesso em: 2 set. 2023.

GONZAGA, A. Materiais adaptados ajudam a incluir. **Nova Escola Gestão**, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://gestaoescolar.org.br/conteudo/350/materiais-adaptados-ajudam-a-incluir#:~:text=%2D%20Objetos%20sonoros%20Inserir%20guizos%20ou,para%20que m%20tem%20dificuldade%20motora./>. Acesso em: 14 mar. 2021.

GONZALES, J. **Audiodescrição na TV aberta e nas plataformas streaming**. Bauru: Grupo de Pesquisa MATAV, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/31d4qaV>. Acesso em: 16 dez. 2021.

HU, D. L. *et al.* The mechanics of slithering locomotion. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, New York, v. 106, n. 25, p. 10081-10085, 2009. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/pdf/10.1073/pnas.0812533106>. Acesso em: 21 jul. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) 2019: país tem 17,3 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência**. Brasília: IBGE, 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31445-pns-2019-pais-tem-17-3-milhoes-de-pessoas-com-algum-tipo-de-deficiencia>. Acesso em: 17 nov. 2023.

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT. **Recursos didáticos na educação especial**. Rio de Janeiro: IBC, 2016. Disponível em: <http://www.ibc.gov.br/educacao/71-educacao-basica/ensino-fundamental/262-recursos-didaticos-naeducacaoespecial#:~:text=Recursos%20did%C3%A1ticos%20s%C3%A3o%20todos%20os,se%20num%20meio%20para%20facilitar%2C>. Acesso em: 19 fev. 2021.

JERONIMO, B. **A educação ambiental na preservação de serpentes**. 2013. 12 f. Monografia (Licenciatura em Biologia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/119477/jeronimo_bc_tcc_botib.pdf?sequen ce=1&isAllowed=y. Acesso em: 27 mar. 2021.

KÖNIG, N. *et al.* Method for segmentation and hybrid joining of additive manufactured segments in prototyping using the example of trim parts. **Designs**, Basel, v. 6, n. 1, p. 2, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2411-9660/6/1/2>. Acesso em: 2 set. 2023.

LOPES, A. P. S. **A tecnologia assistiva para a inclusão de alunos com deficiência na educação superior**: concepção e avaliação de um portal educacional para auxiliar a prática docente. 2019. 141 f. Dissertação (Mestrado em Cultura e Sociedade) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/handle/tede/2773>. Acesso em: 5 set. 2023.

MACHADO, E. B.; PEIXOTO, P. B. **Prática cordados**: introdução ao preparo de esqueletos. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2014. Disponível em: <https://www2.icb.ufmg.br/grad/labensino/PAE%20do%20site/Zoologia/07%20-%20esqueletos.pdf>. Acesso em: 1 set. 2021. Modifiquei os autores (verificar alterar no texto).

MELCHELS, F. P. W. Celebrating three decades of stereolithography. **Virtual and Physical Prototyping**, London, v. 7, n. 3, p. 173-175, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/17452759.2012.723408>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17452759.2012.723408>. Acesso em: 10 abr. 2023.

MOTTA, L. M. V. M. **O uso da audiodescrição na escola**: curso de formação de professores. São Paulo: Secretaria Municipal de São Paulo, 2012. Disponível em: <http://vercompalavras.com.br/download/O-USO-DA-AUDIODESCRICAO-NAESCOLA1.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2021.

NASCIMENTO, L. S. **Modalidades didáticas para ensino do conteúdo “Serpentes”**. 2018. 78 f. Monografia (Licenciatura em Biologia) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018. Disponível em: <http://www.repositoriodigital.ufrb.edu.br/bitstream/123456789/1902/2/201311314%20%20Lucas%20Santana%20do%20Nascimento.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2021.

NEVES, C. N.; MAIA, R. M. C. S. O uso de materiais adaptados para o ensino da matemática para estudantes com deficiência visual. **Revista Boem**, Joinville, v. 6, n. 11, p. 1-19, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/boem/article/download/11862/8960/466546>. Acesso em: 19 mar. 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Relatório mundial sobre a visão**. Genebra: OMS, 2019. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/328717/9789241516570-por.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2023.

PEIXOTO, R. N. **O uso de tecnologias assistivas no processo de inclusão escolar: os professores e a escola**. 2018. 97 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da

Informação e Comunicação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/194232/>. Acesso em: 5 set. 2023.

PIERRO, B. Onde estão as serpentes brasileiras. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/onde-estao-as-serpentes-brasileiras/>. Acesso em: 26 mar. 2023.

PIETY, P. J. The language system of audio description: an investigation as a discursive process. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, New York, v. 98, n. 8 p. 2-38, 2004. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ683817.pdf> . Acesso em: 6 jan. 2022.

PONTES, B. E. S. *et al.* Serpentes no contexto da educação básica: sensibilização ambiental em uma escola pública da Paraíba. **Experiências em Ensino de Ciências**, João Pessoa, v. 12, n. 7, p. 1-21, 2017. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID424/v12_n7_a2017.pdf. Acesso em: 21 mar. 2021.

RAZGRIZ, G. **Ender a linha de impressoras 3D mais utilizada mundialmente**. Rio de Janeiro: Maker Hero, 2022. Disponível em: <https://www.makehero.com/blog/ender-a-linha-de-impressoras-3d-mais-utilizada-mundialmente>. Acesso em: 22 jul. 2023.

REIS, A. *et al.* **Análise de estratégias de impressão 3D por método FDM (modelagem de deposição fundida)**. 2021. 27 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Mecânica) - Universidade Sociedade Educacional de Santa Catarina, Joinville, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/26632/1/Dagonir%20e%20Alex-Rev18.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

REYNAGA-PEÑA, C. G. A microscopic world at the touch: learning biology with novel 2.5d and 3d tactile models. **Journal of Blindness Innovation and Research**, Baltimore, v. 1, n. 5, p. 1-8, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/CristinaReynagaPena/publication/27644899_A_Microscopic_World_at_the_Touch_Learning_Biology_with_Novel_25D_and_3D_Tactile_Models/links/583c938208ae3cb636559368/AMicroscopic-](https://www.researchgate.net/profile/CristinaReynagaPena/publication/27644899_A_Microscopic_World_at_the_Touch_Learning_Biology_with_Novel_25D_and_3D_Tactile_Models/links/583c938208ae3cb636559368/AMicroscopic-.). Acesso em: 9 jan. 2022.

RULE, A. C. Tactil and earth and space science materials for students with visual impairments: contours, craters, asteroids, and features of mars. **Journal of Geoscience Education**, Bellingham, v. 59, n. 205, p. 1-14, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5408/1.3651404>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.5408/1.3651404>. Acesso em: 12 mar. 2021.

SAMPAIO, C. L. **Guia maker de impressão 3D: teoria e prática consolidadas**. Campinas: Open-Source, 2017. 588 p. E-book. Disponível em: <http://www.makelinux.com.br/ebook>. Acesso em: 1 ago. 2021.

SANCHES, E. C. P.; MACEDO, C. M. S. Imagens táteis tridimensionais: um modelo para a tradução tátil a partir de imagens estáticas bidimensionais. **Revista Brasileira de**

Design da Informação, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 1-19, 2017. Disponível em: <https://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/602>. Acesso em: 19 mar. 2021.

SANDBERG, R. 3D printing for blind people: the future potential of a cutting edge technology. **Incobs**, Hamburgo, jan. 2016. Disponível em: <https://www.incobs.de/articles/items/3d.html>. Acesso em: 19 mar. 2021.

SANTOS, F. L. S.; BRITO, M. F. G. Educação inclusiva: modelo didático de peixe para alunos com deficiência visual no ensino de ciências e biologia. **Revista Ciências e Idéias**, Nilópolis, v. 10, n. 3, p. 1-18, 2019. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/1022/703>. Acesso em: 9 fev. 2021.

SANTOS, J. T. G.; ANDRADE, A. F. Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático: Associando a Cultura Maker à Resolução de Problemas. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.106014>. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/106014>. Acesso em: 20 ago. 2023.

SANTOS, M. J. **A escolarização do aluno com deficiência visual e sua experiência**. 2007. 115 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/10613/1/Miralva%20dos%20Santos.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2021.

SANTOS, M. L. S. *et al.* Percepção e sensibilização ambiental sobre serpentes em uma Escola Pública de Ensino Médio no Município de Russas – CE. Ensino de Ciências e Biologia e Relações CTSA. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA*, 8., 2021, Fortaleza. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enebio/2021/TRABALHO_EV139_MD1_SA17_ID955_14032020214728.pdf. Acesso em: 12 mar. 2021.

SANTOS, S.; BAPTISTA, G. Réplicas zoológicas para o ensino e aprendizagem de biologia: uma pesquisa colaborativa. **Revista Areté**, Manaus, v. 12, n. 26, p. 1-15, 2019. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/1672/1019>. Acesso em: 19 fev. 2021.

SARRAF, V. P. **Reabilitação do museu**: políticas de inclusão cultural por meio da acessibilidade. 2008. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27151/tde-17112008-42728/publico/reabilitacao-museu.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2021.

SCORALICK, K. **Por uma TV acessível**: a audiodescrição e as pessoas com deficiência visual. 2017. 192 f. Tese (Doutorado em Comunicação) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347812644_Audiodescricao_no_telejornalismo

o_a_inclusao_das_pessoas_com_deficiencia_visual_por_meio_da_descricao_das_imagens. Acesso em: 16 dez. 2021.

SHIN, L. *et al.* Designing interactive 3D printed models with teachers of the visually impaired. In: CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2019, Glasgow, Scotland. **Proceedings** [...]. New York: ACM, 2019. p. 1-14. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3290605.3300427>. Acesso em: 5 abr. 2022.

SILVA, L. C. S. **Anatomia dos répteis**. In: CURSO Conhecer Científico. São Paulo, 2018. p. 1-130. Apostila.

SILVEIRA, C. M. **Professores de alunos com deficiência visual: saberes, competências e capacitação**. 2010. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grandedo Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/109232898/1/000421421-Texto%2BCompleto-0.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

SOUSA, J. D. O. S. Leitura de formas como tato: possibilidade de aprendizagem significativa para alunos cegos. In: ENCONTRO EM EDUCAÇÃO ESPECIAL, 8., 2013, Londrina. **Anais** [...]. Londrina: UEL, 2013. p. 1-13. Disponível em: http://www.uel.br/eventos/congresso_multidisciplinar/pages/arquivos/anais/2013/AT16-2013/AT16-004.pdf. Acesso em: 18 mar. 2021.

SOUZA, I. A. V. *et al.* Percepção dos alunos sobre serpentes em uma escola pública no sudoeste da Amazônia. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 42, p. e13, 2020. DOI 10.5902/2179460X40670. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/40670/html>. Acesso em: 7 set. 2023.

STELLA, L. F.; MASSABNI, V. G. Ensino de ciências: materiais didáticos para alunos com necessidades educacionais especiais. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 353-374, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/334175537_Ensino_de_Ciencias_Biologicas_materias_didaticos_para_alunos_com_necessidades_educativas_especiais. Acesso em: 21 mar. 2021.

TAKAGAKI, L. K. Capítulo 3. Tecnologia de impressão 3D. **Revista Inovação Tecnológica**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 28-40, 2012. Disponível em: <https://doczz.com.br/doc/26444/capitulo-3.-tecnologia-de-impress%C3%A3o-3d-luizkoiti-takagaki>. Acesso em: 10 abr. 2023.

TURBIANI, R. **Cegueira afeta 39 milhões de pessoas no mundo: conheça suas principais causas**. São Paulo: BBC News Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-48634186>. Acesso em: 1 mar. 2023.

VENTORINI, S. H.; SILVA P. A.; ROCHA F. S. **Deficiência visual: práticas pedagógicas e material didático**. São João Del Rei: Agência Carcará, 2016. Disponível em:

https://ufsj.edu.br/portalrepositorio/File/bdgc/Livro_deficiencia%20visual,%20pr%E1ticas%20pedag%C3%93gicas%20e%20material.pdf. Acesso em: 20 mar. 2021.

YAMAMOTO, I. **Metodologias ativas de aprendizagem interferem no desempenho de estudantes**. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. DOI 10.11606/D.12.2016.tde-22092016-121953. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-22092016-121953/pt-br.php>. Acesso em: 1 set. 2023.