



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DIEGO ALVES RIBEIRO

**PRODUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS INCLUSIVOS
PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA POR MEIO DA
IMPRESSÃO 3D**

DIEGO ALVES RIBEIRO

**PRODUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS INCLUSIVOS
PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA POR MEIO DA
IMPRESSÃO 3D**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Profa. Dra. Eloiza Cristiane Torres

Londrina/PR
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

R484p Ribeiro, Diego Alves .

Produção de Recursos Didáticos Inclusivos para o Ensino de Geografia por meio da Impressão 3D / Diego Alves Ribeiro. - Londrina, 2024.
124 f. : il.

Orientador: Eloiza Cristiane Torres.

Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2024.
Inclui bibliografia.

1. Ensino de Geografia - Tese. 2. Cartografia Tátil - Tese. 3. Impressão 3D - Tese. 4. Inclusão - Tese. I. Torres, Eloiza Cristiane . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU 91

DIEGO ALVES RIBEIRO

**PRODUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS INCLUSIVOS
PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA POR MEIO DA
IMPRESSÃO 3D**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Geografia.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Eloiza Cristiane Torres
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Rosemy Da Silva Nascimento
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof. Dr. Gustavo Mota De Sousa
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ

Profa. Dra. Carla Cristina Reinaldo Gimenes de Sena
Universidade Estadual Paulista - UNESP

Londrina, 26 de fevereiro de 2024.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, tenho que agradecer minha família, que sempre foi minha maior inspiração e fonte de força. Aos meus pais, Cida e João, meus irmãos Thiago e Karla, por todos os sacrifícios, dores de cabeça, complicações, mas especialmente por todo o carinho, amor e atenção que me deram em mais essa jornada. Espero deixá-los orgulhosos.

Não posso deixar de agradecer a Fernanda, minha namorada, que me aguentou falando sobre minha pesquisa em toda oportunidade que tive, por estar ao meu lado apesar da distância, das viagens e das mudanças, sem você eu teria surtado com certeza.

Preciso deixar meu agradecimento aos amigos que fiz em Londrina, Daisson, Johvanny, Douglas, Felipe, Fran, Isabela, Izelle, João, Laura, Luiz, Nicolas, Stelly, Rodolfo, Julio e Danilo, que compartilharam comigo as frustrações e felicidades da vida da pós-graduação, sentirei falta dos cafés.

Aos funcionários do CAP de Londrina/PR, por todas as trocas de experiencias e conhecimentos, a ajuda de vocês foi crucial para o desenvolvimento da pesquisa e para o meu desenvolvimento como pessoa.

À Secretaria de Direitos da Pessoa com Deficiência de Avaré/SP, pelo convite para expor minha pesquisa e pela recepção dos funcionários durante as avaliações.

Tenho que agradecer, em especial, Gederson, Adalberto, Eraldo, Mayara, Odete, Maria de Lourdes, Jeferson, Marco Antonio, Daiane, Luciana, Rodimilson, Rejane, Jadder, Mario, Cauã, Antonio e Ladilson, esse trabalho só foi possível graças a contribuição de vocês em todas as fases de avaliação e reformulação do material, serei eternamente grato.

Agradeço também a Universidade Estadual de Londrina, especificamente o Programa de Pós-Graduação em Geografia e todos seus professores e funcionários, que fizeram uma parte importante da minha formação acadêmica. Agradecimento que estendo a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pelo apoio durante a realização do trabalho.

Por fim, mas não menos importante, é preciso agradecer a Profa. Dra. Eloiza Torres, por toda ajuda, orientação, palavras de conforto em tempos complicados e principalmente pelas mil e uma ideias mirabolantes para projetos, nada disso seria possível sem a senhora.

*“Se você só fizer o que sabe, nunca será nada
além do que já é”*
- Mestre Shifu

RESUMO

RIBEIRO, Diego Alves. **Produção de recursos didáticos inclusivos para o Ensino de Geografia por meio da impressão 3D.** 2024. 124p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

Esta pesquisa, de abordagem qualitativa, tem como objetivo aprofundar a discussão sobre o uso da impressão 3D e do QR Code na produção de recursos didáticos para aulas de Geografia, voltados para estudantes videntes ou com deficiência visual, norteando-se pelos conceitos da Cartografia Tátil, e o Desenho Universal para a Aprendizagem, elaborando uma coleção de maquetes topográficas e avaliando a competência das maquetes desenvolvidas. Seguindo a metodologia de *Design-Based Research*, processo que tem como intuito a construção de um protótipo, assim como proceder a sucessivas reformulações deste, na tentativa de melhorar sua eficácia, os materiais e metodologias desenvolvidos foram avaliados, através de questionários semiestruturados, por estudantes e professores, com ou sem deficiência visual, da educação básica. O uso de recursos didáticos adaptados para estudantes com deficiência visual vem aumentando no Brasil nas últimas décadas, utilizando principalmente técnicas artesanais para a sua elaboração. Com o avanço da tecnologia de impressão 3D, novas possibilidades se abrem e é possível inferir que esses novos materiais podem contribuir de maneira significativa para o ensino de Geografia. A pesquisa dividiu-se em quatro etapas: a primeira sendo caracterizada por um levantamento bibliográfico sobre Educação, Geografia, Inclusão e Tecnologia, além do contato com o público-alvo, afim de identificar quais as fragilidades e necessidades poderiam ser supridas com os recursos didáticos produzidos; a segunda etapa foi a da produção de um protótipo inicial, que consistia em uma placa com uma maquete de forma de relevo, seu nome escrito de forma gráfica e em braille, além de um QR Code conectado a um site com a legenda expandida; a terceira etapa foi marcada por um ciclo de avaliações e reformulações dos recursos didáticos, que foram testados por alunos com deficiência visual, videntes, professores e adultos com deficiência visual, onde a cada aplicação e avaliação, os recursos didáticos foram aprimorados para atender as demandas necessárias; a quarta etapa consistiu por uma avaliação de todo o processo de produção do recurso didático, onde foi possível identificar que a impressão 3D, tecnologia capaz de criar objetos físicos por meio de

um processo de manufatura aditiva através de modelos digitais, têm revolucionado diversos segmentos da sociedade e o ensino não se encontra distante desta realidade, já que as escolas agora possuem a capacidade de se tornarem “pequenas fábricas” de recursos didáticos.

Palavras-chave: Inclusão; Ensino de Geografia; Cartografia Tátil; Impressão 3D; Design-Based Research;

ABSTRACT

RIBEIRO, Diego Alves. **Production of inclusive didactic resources for Geography Education through 3D printing.** 2024. 124p. Dissertation (Master's in Geography) – State University of Londrina, Londrina, 2024.

This qualitative research aims to deepen the discussion on the use of 3D printing and QR Codes in the production of didactic resources for Geography classes, targeting both sighted and visually impaired students, guided by the concepts of Tactile Cartography and Universal Design for Learning. It involves developing a collection of topographic models and evaluating the competency of the developed models. Following the Design-Based Research methodology, which involves the construction of a prototype and successive revisions to improve its effectiveness, the materials and methodologies developed were evaluated through semi-structured questionnaires by students and teachers, with or without visual impairments, from basic education. The use of adapted didactic resources for visually impaired students has been increasing in Brazil in recent decades, primarily utilizing artisanal techniques for their elaboration. With the advancement of 3D printing technology, new possibilities arise, suggesting that these new materials can significantly contribute to the teaching of Geography. The research was divided into four stages: the first involved a literature review on Education, Geography, Inclusion, and Technology, as well as contact with the target audience to identify which weaknesses and needs could be addressed with the produced didactic resources. The second stage involved the production of an initial prototype, consisting of a board with a relief model, its name written graphically and in Braille, along with a QR Code linked to a website with expanded captions. The third stage involved a cycle of evaluations and revisions of the didactic resources, tested by visually impaired students, sighted individuals, teachers, and visually impaired adults. With each application and evaluation, the didactic resources were improved to meet the necessary demands. The fourth stage consisted of an evaluation of the entire process of producing the didactic resource, identifying that 3D printing, a technology capable of creating physical objects through additive manufacturing from digital models, has revolutionized various sectors of society, including education. Schools now have the ability to become "small factories" of didactic resources.

Key-words: Inclusion; Geography Education; Tactile Cartography; 3D Printing; Design-Based Research.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fases da pesquisa em <i>DBR</i>.....	25
Figura 2 – Cartografia Tátil e suas áreas de influência e atuação.....	33
Figura 3 – Representação do processo de impressão 3D em <i>FDM</i>.....	43
Figura 4 – Representação do processamento do modelo 3D para impressão com tecnologia <i>FDM</i>	44
Figura 5 – Representações tridimensionais de um gráfico formado por uma equação algébrica e um dodecaedro feitos por uma impressora 3D	46
Figura 6 – Reprodução do parafuso de Arquimedes feita em impressão 3D	47
Figura 7 – Moléculas cis-2-buteno e trans-2-buteno impressas em 3D	47
Figura 8 – Modelo em escala do Coliseu e parte da escultura de David feitas em impressão 3D	48
Figura 9 – Mapa tátil da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	49
Figura 10 – Impressão de mapa tátil 3D do piso térreo do PAF III da UFBA	49
Figura 11 – Fotografia tátil criada com impressão 3D	50
Figura 12 – Livros táteis produzidos por meio da impressão 3D	51
Figura 13 – Exemplo de <i>QR Code</i>	53
Figura 14 – Fluxograma metodológico	55
Figura 15 – Interface do site <i>Terrain2STL</i>	57
Figura 16 – Interface do site <i>TinkerCAD</i>	58
Figura 17 – Primeira versão da placa e organização do recurso didático	58
Figura 18 – Interface do site <i>Text2Braille3d</i>.....	59
Figura 19 – Arranjo geométrico dos pontos Braille.....	59
Figura 20 – Formato do relevo do ponto em Braille	60
Figura 21 – Interface do site <i>Multimedia QR Code</i>.....	60
Figura 22 – Interface do site <i>qrcode2stl</i>	61
Figura 23 – Dimensões das margens para <i>QR Code</i> em documentos táteis.....	61
Figura 24 – Avaliação dos modelos por aluno do ensino médio	64
Figura 25 – Avaliação dos modelos por voluntário com deficiência visual	64
Figura 26 – Protótipo da segunda versão da placa	65
Figura 27 – Esquema de impressão multicolorida utilizando o complemento Z Offset Setting.....	66
Figura 28 – Protótipo da terceira versão da placa com as partes desencaixadas	

(esquerda) e encaixadas (direita).....	67
Figura 29 – Esquema de sobreposição de camadas pretas e brancas da terceira versão da placa	68
Figura 30 – Modelos de relevo pintados.....	68
Figura 31 – Recursos didáticos com a placa em sua terceira versão e os modelos pintados	69
Figura 32 – Primeiro contato com os recursos por turma de adultos com deficiência visual	70
Figura 33 – Avaliação do modelo de uma depressão por uma avaliadora adulta com deficiência visual	71
Figura 34 – Avaliação do braille impresso pelo professor de braille com deficiência visual.	71
Figura 35 – Avaliação do recurso didático pelo aluno com baixa visão.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Habilidades da Base Nacional Comum Curricular utilizadas para confecção dos recursos didáticos.....	56
Tabela 2 – Configurações do <i>Ultimaker Cura 5.4.0</i> para impressão dos modelos de relevo	62
Tabela 3 – Tempo de impressão, consumo de filamento e custo das impressões 3D	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS	Acrilonitrila Butadieno Estireno
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CAP	Centro de Apoio Pedagógico
CAPES	Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DBR	<i>Design-Based Research</i>
DMLS	<i>Direct Metal Laser Sintering</i>
DUA	Desenho Universal para a Aprendizagem
EVA	Espuma Vinílica Acetinada
FDM	<i>Fused Deposition Modeling</i>
QR Code	<i>Quick Response Code</i>
PAF	Pavilhão de Aulas da Federação
PLA	Biopolímero Ácido Poliláctico
SLA	<i>Stereolithography</i>
SLS	<i>Selective Laser Sintering</i>
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
STEAM	<i>Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics</i>
STL	<i>Standard Triangle Language</i>
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESP	Universidade Estadual Paulista

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	OBJETIVOS	21
1.1.1	Objetivo Geral	21
1.1.2	Objetivos Específicos	22
1.2	METODOLOGIA	22
2	PRIMEIRA FASE: REVISÃO DE LITERATURA	27
2.1	EDUCAÇÃO, GEOGRAFIA E INCLUSÃO	27
2.1.1	Ensino De Geografia e o Uso De Maquetes	27
2.1.2	A Educação Inclusiva e a Cartografia Tátil.....	31
2.2	A TECNOLOGIA E A EDUCAÇÃO	37
2.2.1	Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no Ensino.....	37
2.2.2	A Prototipagem Rápida e a Impressão 3D	41
2.2.3	Impressão 3D no Ensino	45
2.2.4	Impressão 3D na Produção de Recursos Adaptados.....	48
2.2.5	QR Code e o Celular	51
3	SEGUNDA FASE: CONSTRUÇÃO DOS PROTÓTIPOS	55
4	TERCEIRA FASE: CICLO DE AVALIAÇÕES, CORREÇÕES E (RE)AVALIAÇÕES	63
5	QUARTA FASE: CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
	REFERÊNCIAS.....	78
	APÊNDICES.....	90
	APÊNDICE A – Questionários	91
	APÊNDICE A – Detalhes dos Recursos Didáticos.....	100

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a humanidade vem reconhecendo a necessidade da discussão e implementação de propostas de acessibilidade, dando condição para a promoção da inclusão. Para López (2012) o conceito de inclusão, em âmbito escolar, sugere o desenvolvimento de processos e práticas que procuram proporcionar a alunos com deficiências uma educação tão comum quanto possível, evitando a sua segregação. Assim, pretende-se construir uma escola livre de qualquer tipo de discriminação, assegurando o direito à educação de todos. Além disso, busca a defesa de que esses indivíduos sejam aceitos e respeitados conforme suas singularidades.

Com base nessa premissa, o seguinte trabalho buscou desenvolver e confeccionar uma coleção de maquetes topográficas interativas, tátteis e sonoras, por meio da utilização da impressão 3D e do QR Code, para serem utilizadas como recursos didáticos inclusivos em aulas de Geografia, avaliando sua competência com alunos videntes¹ ou com deficiência visual.

Segundo Fonseca e Torres (2012), na educação especial as diferenças humanas são vistas como normais e em harmonia com a aprendizagem e é o processo de ensino-aprendizagem que deve se adequar às dificuldades da criança e não o contrário.

Em 2008, o Brasil consolidou a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva Inclusiva, onde estabeleceu como princípio colocar na escola regular todo aluno com algum tipo de necessidade educacional específica, oferecendo-lhe, adicionalmente, eventuais apoios, que contribuissem para a sua melhor inserção. Como consequência da implementação da educação inclusiva, nos últimos anos, o número de alunos com necessidades educacionais específicas tem aumentado cada vez mais, sendo uma delas a deficiência visual.

Segundo dados do Censo Escolar realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira de 2023, cerca de 2 milhões de alunos com deficiência, altas habilidades e transtornos globais do desenvolvimento estão matriculados em escolas da rede pública e privada de ensino, desses 95% estão incluídos em salas comuns (Brasil, 2024), trazendo à tona a necessidade de se

¹ Para este trabalho foi considerado o termo “vidente” para as pessoas que não possuem deficiência visual.

repensar o ensino de forma que a educação destes alunos, bem como sua interação com o espaço escolar.

Para Silva e Lazzarin (2017), a necessidade do desenvolvimento de novas estratégias que incluam a pessoa com deficiência que possam ser trabalhadas de maneira diferenciada é necessária, assim, trabalhando tanto com o aluno com deficiência quanto com os alunos sem deficiência, tornando assim um ambiente de inclusão.

Carmo e Sena (2009) afirmam que um dos grandes desafios com relação à deficiência é a busca das melhores estratégias para que crianças, jovens e adultos aprendam as diferentes matérias dentro de sua formação educacional para facilitar e apoiar sua posterior inserção na sociedade. A educação então é, antes de qualquer coisa, o maior recurso de inclusão desses indivíduos na sociedade, então deve estar adequada para recebê-los de forma com que sua deficiência não seja um obstáculo para a compreensão de seu meio, dando-lhes liberdade à medida que expande seus horizontes intelectuais, éticos, políticos e sociais, criando uma sociedade mais justa e democrática.

Embora a legislação brasileira sobre inclusão de alunos com deficiência seja uma das mais completas, segundo Jordão (2015), os recursos disponíveis para o ensino de alunos com deficiência visual não são tão facilmente encontrados nas escolas, ou não são utilizados de forma regular, o que contribui para um baixo rendimento escolar desses alunos. De acordo com Masini (1993), o problema está no processo de ensino-aprendizagem, em que se utiliza sobramaneira a visão em relação aos outros sentidos.

Xavier (2012) reforça que a necessidade de trabalhos com essa temática se dá pela preocupação com a acessibilidade e inclusão do ensino, ampliada com a Declaração de Salamanca em 1994, que efetivou a garantia dos direitos de uma educação especial e inclusiva de crianças portadoras de deficiência visual nas atividades educacionais, desenvolvendo uma inclusão social, somada a criação de leis que garantem a matrícula de alunos com necessidades educacionais especiais seja feita em sala regulares, como o Decreto nº 5.296/2004, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência (BRASIL, 2004) e o Decreto nº 7.611/2011 que determina que sistema educacional seja inclusivo em todos os níveis e que o aprendizado seja ao longo de toda a vida, impedindo a exclusão do sistema educacional geral sob alegação de

deficiência além de que a oferta de Educação Especial deve se dar preferencialmente na rede regular de ensino (BRASIL, 2011), trazendo à tona a necessidade de se repensar o ensino de forma que a educação e interação com o espaço escolar desses alunos seja satisfatória, já que a educação é e sempre foi a maior ferramenta de emancipação do indivíduo na sociedade, ainda mais no caso de alunos com alguma deficiência.

A inserção de alunos com necessidades especiais na escola precisa ser vista não apenas como um processo de inclusão, mas de uma mudança de comportamento por parte da sociedade. O aluno ao estar matriculado e devidamente frequentando o ambiente escolar, não garante a sua aprendizagem no grupo que está inserido, ou seja, o fenômeno da pseudoinclusão é desenvolvido, que segundo Pimentel (2012) se configura como apenas a figuração do estudante com deficiência na escola regular, sem que o mesmo esteja devidamente incluído no processo de aprender.

Ainda segundo os dados do Censo Escolar de 2023, do total de matrículas de estudantes com necessidades especiais, 86.867 são alunos com baixa visão e 7.321 são alunos com cegueira (Brasil, 2024).

Para ensino de Geografia, são necessárias adaptações no método de ensino da área para que o conhecimento seja apresentado e assimilado pelo aluno com deficiência visual, já que é uma ciência que tem a análise visual como principal método para identificação, relação e percepção dos fenômenos estudados. Compreender a maneira com que as pessoas vivem sobre a Terra, dão sentido e tentam modificar as realidades é, para Claval (1999), o objetivo da Geografia, logo, a compreensão dos conceitos ligados a disciplina geográfica vai além de apenas decorar um conteúdo específico, mas sim proporcionar ao indivíduo uma visão crítica de sua realidade social, ambiental e cultural.

De acordo com Nascimento (2009), os elementos que constituem a paisagem, um conceito-chave da Geografia, são um universo de objetos com vários signos, onde a visão quase na totalidade consegue decifrar seus significados e funções. A paisagem possibilita, ao aluno, uma leitura do espaço, tornando possível a compreensão da realidade que o cerca.

Para Carmo (2009), estima-se que, por meio da visão, recebemos grande parte das informações que nos cercam. Para pessoas com deficiência visual os demais sentidos são de extrema importância para sua interação com o mundo.

Nesse contexto, surge a Cartografia Tátil, que segundo Sena e Carmo (2022), é uma área específica da Cartografia que se dedica à produção de representações cartográficas adaptadas às necessidades específicas de pessoas com deficiência visual.

De acordo com Nascimento (2009) tanto o uso dos mapas quanto o uso das maquetes táteis possibilitam apresentar um mundo novo para o deficiente visual, já que a representação tridimensional pode auxiliar as representações bidimensionais dos mapas, onde as maquetes aproximam a tridimensionalidade da realidade.

A crescente evolução e utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) associadas à educação vêm causando uma série de transformações nas concepções e práticas de ensino, o que implica em novos desafios e possibilidades para a prática docente.

Pensando nesse contexto, ao serem utilizadas como recursos pedagógicos, as TIC e TDIC apresentam-se como uma possibilidade de expansão na produção de recursos para o ensino inclusivo, já que segundo Ponte (2000), elas se tornaram uma força determinante do processo de mudança social na nossa sociedade da informação.

As tecnologias utilizadas na elaboração dos recursos didáticos deste trabalho foram a impressão 3D e o QR Code, ambas sendo tecnologias que ganham cada vez mais espaço e destaque, tanto no meio doméstico quanto escolar.

Segundo Morandini e Del Vchio (2020), a impressão 3D é uma tecnologia capaz de conceber objetos físicos, tendo por base as dimensões de altura, largura e profundidade de um modelo digital fornecido por um aplicativo de computador. Já o QR Code (*Quick Response Code* ou código de resposta rápida) é uma tecnologia criada para substituir o código de barras, que, para Ramsden (2008), são uma forma de se ligar o mundo físico ao virtual, podendo ser aplicados na confecção e no uso do recurso didático, como forma de dinamizar o recurso construído, deixá-lo mais atraente para os alunos e aumentar a quantidade de informações armazenadas.

De acordo com Souza (2007), recurso didático é todo o material utilizado como auxílio no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo proposto para ser aplicado pelo professor a seus alunos, compreendendo uma diversidade de

instrumentos e métodos que são utilizados como suporte no desenvolvimento das aulas.

Na Cartografia Tátil, as impressoras 3D e demais recursos tecnológicos abrem um novo universo de possibilidades para a produção de materiais multissensoriais (SENA, CARMO, 2018, p. 119).

Na educação, as impressoras 3D vêm sendo empregadas como ferramentas capazes de potencializar o processo de ensino e tem se tornado rapidamente uma opção acessível para produção de objetos físicos, para Lemke, Zuchi Siple e Bar de Figueiredo (2016), também podem ser usadas para confecção de maquetes com maior rigor de detalhes, já que os modelos são feitos totalmente nos computadores.

Sena e Carmo (2022) afirmam que se os mapas apresentarem letras impressas e cores diversas, podem ser utilizadas por todos, possibilitando uma aprendizagem multissensorial e inclusiva, que vai de encontro com o conceito de Design Universal para a Aprendizagem (DUA), que engloba um conjunto de princípios e estratégias voltados ao planejamento educacional que tem como objetivo diminuir as barreiras que dificultam o ensino e a aprendizagem, com o objetivo de definir um projeto de produtos e ambientes para ser usado por todos, na sua máxima extensão possível, sem necessidade de adaptação ou projeto especializado para pessoas com deficiência.

A descrição de figuras em texto impresso visando à acessibilidade encontrada nessa pesquisa baseou-se nas recomendações de Fiorini e Manzini (2010).

1.1 OBJETIVOS

Nesta seção, serão apresentados os objetivos gerais e específicos da pesquisa.

1.1.1 Objetivo Geral

Aprofundar a discussão sobre o uso da impressão 3D e do QR Code na produção de recursos didáticos em aulas de Geografia para estudantes videntes ou

com deficiência visual, utilizando os conceitos da Cartografia Tátil.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Elaborar uma coleção de maquetes topográficas utilizando impressão 3D e o *QR Code*;
- b) Avaliar a competência das maquetes desenvolvidas no ensino de alunos, com e sem deficiência visual;
- c) Discutir a partir do contato com professores de Geografia as formas de aplicação do recurso didático;

1.2 METODOLOGIA

Esse trabalho classifica-se como uma pesquisa qualitativa aplicada e teve como base teórica-metodológica os fundamentos da Cartografia Tátil e o Desenho Universal para a Aprendizagem, alinhados com a metodologia de *Design-Based Research (DBR)* ou Pesquisa de Desenvolvimento (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014), que possui intuito a construção de um protótipo, por meio de um processo reflexivo e avaliativo, assim como a constante reformulação do mesmo, na tentativa de melhorar sua eficácia.

Uma pesquisa qualitativa, para Godoy (1995), apresenta características gerais como:

- foco na interpretação e não na quantificação;
- ênfase na subjetividade; o processo de pesquisa é flexível;
- maior interesse pelo processo do que pelos resultados;
- o pesquisador exerce influência sobre a situação de pesquisa e também é influenciado por ela;
- é um método indutivo;
- a amostra é geralmente pequena;
- a análise dos dados é interpretativa e descritiva;
- os resultados são situacionais e limitados ao contexto.

Segundo Minayo (2014), a pesquisa qualitativa se preocupa com o

nível de realidade que não pode ser quantificado, ou seja, ela trabalha com o universo de significados, de motivações, aspirações, crenças, valores e atitudes.

Dentro da pesquisa qualitativa, encontra-se a pesquisa-ação, um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 1986, p.14 in Gil, 2008).

A pesquisa-ação, segundo Felcher, Ferreira e Folmer (2017), apresenta as seguintes características:

- É participativa;
- O pesquisador não é pesquisado;
- Supõe uma forma de ação planejada de caráter social, educacional, técnico ou outro;
- O pesquisador tem uma ação destinada a resolver o problema em questão;
- O pesquisador é que se apropria mais intensamente dos dados;
- O pesquisador deve ter um alto grau de análise, de moderação, de interpretação e de animação, dominando técnicas de dinâmicas de grupo.

Para Barab e Squire (2004), a metodologia *DBR* se traduz como uma série de procedimentos de investigação aplicados para o desenvolvimento de teorias, artefatos e práticas pedagógicas que sejam de potencial aplicação e utilidade em processos ensino-aprendizagem existentes. Matta, Silva e Boaventura (2014), sobre a nomenclatura da metodologia, afirmam que a *DBR* possui outras denominações em inglês, como *Formative Research*, *Design Experiments*, *Development Research*, *Design-Based Research*, *Design Research* e *Developmental Research*. Ainda não há consenso para o termo em língua portuguesa, mas os autores sugerem a utilização de Pesquisa de Desenvolvimento.

Mckenney e Reeves (2012) destacam 5 características da *DBR*:

- Teoricamente Orientada: as teorias são ponto de partida, de chegada e de investigação na *DBR*. Elas se mostram como

princípios de design e modelagem para as soluções práticas demandadas.

- Intervencionista: Utiliza-se o fundamento teórico escolhido e o diálogo com o contexto de aplicação para que a pesquisa desenvolva uma prática que irá intervir no campo da práxis pedagógica.
- Colaborativa: a *DBR* é sempre conduzida em meio a vários graus de colaboração. O desenvolvimento e a busca por uma aplicação que seja solução concreta para problemas dados obrigam à colaboração de todos os envolvidos: investigador, comunidade e pessoas que se relacionam.
- Fundamentalmente responsiva: a *DBR* é moldada pelo diálogo entre a sabedoria dos participantes, o conhecimento teórico, suas interpretações e advindos da literatura, e pelo conjunto dos testes e validações diversas realizadas em campo.
- Interativa: a *DBR*, por ser uma metodologia voltada para a construção de soluções práticas, não é feita para terminar. De fato, cada desenvolvimento é o resultado de uma etapa, de um processo de arquitetura cognitiva, e necessariamente será o início do próximo momento de aperfeiçoamento e de melhorias.

Para Esteves e Lencastre (2013), o processo de pesquisa consiste em quatro fases:

"Na primeira fase (i), os investigadores procuram conhecer o público-alvo, as suas necessidades, expectativas e motivações para decidir mais facilmente que tipo de recursos/atividades serão mais vantajosas. Este trabalho é complementado com uma importante revisão de literatura. O investigador procura assim identificar-se com um determinado plano de ideias. A segunda fase (ii) exige uma grande articulação entre o estado da arte e a construção propriamente dita. Tendo em conta todos os dados existentes e recolhidos, segue-se a construção do protótipo numa versão simples (versão alfa). A terceira fase (iii) é caracterizada pelo processo cíclico de avaliação e (re)avaliação à medida que continua a construção do protótipo. Só assim, é possível aperfeiçoá-lo. A última fase (iv) consiste na avaliação de todas as fases desde as de desenvolvimento do design até à de implementação." (ESTEVES; LENCASTRE, 2013, p. 6462)

Podemos representar, de maneira simplificada, a ideia da metodologia *DBR* como na figura 1.

Figura 1 – Fases da pesquisa em DBR



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Descrição da figura: A figura apresenta um diagrama representando as quatro fases da pesquisa em DBR, sendo elas: 1^a fase composta pelo levantamento bibliográfico, 2^a fase composta pela construção do protótipo, 3^a fase composta pelo ciclo de avaliação e reformulação do protótipo e a 4^a fase composta pela avaliação das fases e dados obtidos.

A metodologia DBR não se apoia em uma única teoria. Muito pelo contrário, ela pode adotar vários elementos de várias teorias de modo a eleger os princípios de design que irão nortear toda produção, implementação e avaliação. Por outro lado, o processo de design deve também ser subsidiado por informações de natureza mais concreta e real, ou seja, de natureza prática, pois se espera que o produto final seja o mais adequado possível a uma dada realidade. Isso significa que usando a DBR para se desenvolver algum produto, aprende-se sobre o processo e produz-se, assim, conhecimento. A análise sobre o processo e sobre a implementação deve gerar conhecimentos que serão usados num design posterior. (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017, p.4)

O ciclo de avaliação e reavaliação com alunos e professores se deu por meio da aplicação de entrevistas semiestruturadas com voluntários após a utilização dos recursos produzidos. Para Manzini (1990/1991), a entrevista semiestruturada está focalizada em um assunto sobre o qual confeccionamos um roteiro com perguntas principais, complementadas por outras questões inerentes às circunstâncias momentâneas à entrevista. Segundo o autor, esse tipo de entrevista pode fazer emergir informações de forma mais livre e as respostas não estão condicionadas a uma padronização de alternativas.

Pela necessidade de se apresentar e testar os recursos didáticos com professores, estudantes com deficiência visual e videntes, foi escolhido trabalhar com amostra não probabilística de bola de neve, utilizando cadeias de referências para se construir a amostra.

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, tendo sido aprovado com o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética nº 67341023.0.0000.5231.

2 PRIMEIRA FASE: REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EDUCAÇÃO, GEOGRAFIA E INCLUSÃO

Nessa seção serão discutidos o ensino de geografia e o uso de maquetes, a educação inclusiva e a cartografia tátil por meio de um referencial teórico e bibliográfico.

2.1.1 Ensino De Geografia e o Uso De Maquetes

O ensino da Geografia deve prever a construção da cidadania. Deve conter em si a reflexão constante de uma consciência construída sobre o ambiente vivido. Segundo Percílio e Afonso (2007), faz-se necessário estudar instrumentos teórico-metodológicos que facilitem a compreensão deste espaço, considerando os elementos da Geografia Física e as paisagens a ela vinculadas.

Para que isso ocorra, o ensino da Geografia Física deve, segundo Afonso e Armond (2009):

"[...] estimular o desenvolvimento de competências e habilidades cognitivas (observação, compreensão, comparação, dedução, reflexão, interpretação, síntese, classificação, generalização, criação...). A aplicação dessas "ferramentas" na vida cotidiana tem, em geral, grande utilidade na vida dos alunos e professores a fim de, por exemplo, minimizar os prejuízos e riscos decorrentes da dinâmica de enchentes, processos erosivos, eventos meteorológicos extremos, dinâmica costeira etc." (AFONSO; ARMOND, 2009, p.6)

Nas salas de aula, os professores de Geografia cada vez mais observam que os estudantes, que ingressam tanto no Ensino Fundamental, e mesmo aqueles que estão no Ensino Médio, demonstram fragilidades com relação aos conhecimentos geográficos ou, em outros casos, um certo descontentamento quando se remetem às aulas de Geografia (SANTOS; MENEZES; COSTELLA, 2014, p.4).

No entanto, observa-se que a maior dificuldade no ensino de Geografia, ainda hoje está associada à formação do professor, principalmente na área da Geografia Física. Tais deficiências reforçam a importância do ensino de temas mais específicos de geografia física de modo integrado no ensino escolar, permitindo ao aluno entender melhor o espaço em que vive e a desenvolver uma consciência socioambiental a partir

do seu cotidiano (SILVA, 2021).

Para Silva (2022), uma abordagem inclusiva em relação a esses temas tem o potencial de oferecer um vasto conhecimento sobre o sistema terrestre, sendo então de extrema importância que as pessoas possam ter acesso a tais conhecimentos, cultivando uma conexão com a história do nosso planeta e com o legado de onde residem, ou seja, esses conhecimentos possuem um papel fundamental na formação crítica do indivíduo.

Na educação existem inúmeros recursos didáticos que contribuem com o processo de ensino-aprendizagem. As maquetes são um destes recursos que proporcionam atividades teórico-práticas e estimulam a aprendizagem.

Para Simielli (1991), a maquete é uma ótima forma de representação geográfica, já que aproxima o abstrato ao concreto, tornando mais fácil o entendimento de correlações entre espaço físico, as ações antrópicas e a própria dinâmica da paisagem, além dos conceitos cartográficos aplicados a um plano tridimensional. Castrogiovanni (2000) define a maquete como um modelo tridimensional de espaço onde as interações sociais do aluno, no seu dia a dia, são passíveis de serem percebidas, quase que na sua totalidade.

O uso de maquetes para representar o espaço é considerado relevante por vários autores, como Almeida e Passini (1989), Florenzano (2003) e Valencio *et al.* (2009), devido a sua capacidade de representação do espaço e por possibilitar uma abordagem mais completa aos conteúdos trabalhados em sala de aula.

Kunast (2014) ao debater sobre o uso das maquetes, afirma que no ensino fundamental, onde as crianças têm contato com os conteúdos da Geografia Física de forma mais intensa, as aulas expositivas ficam somente em explicações abstratas, o que aumenta a dificuldade de compreensão dos conteúdos, então, a introdução de recursos didáticos como a maquete, torna as aulas mais interessantes.

É um recurso que permite diminuir a distância entre os elementos e estabelecer um melhor entendimento dos pontos, linhas, áreas, símbolos e signos, dando a eles tridimensionalidade e as diferentes perspectivas. De acordo com Simielli (1999), os estudantes já têm um empenho automático pelas representações. Dessa forma, os educadores devem trazer para a sala de aula os maiores números possíveis de figuras

que possam representar os conceitos cartográficos. Nesse sentido, Almeida (2002) afirma que:

O uso da maquete tem servido como forma inicial de representação, a qual permite discutir questões sobre localização, projeção (perspectiva), proporção (escala) e simbologia. (...) o uso da maquete permite a operação de fazer sua projeção sobre o papel e discutir essa operação do ponto de vista Cartográfico, o que envolve representar em duas dimensões o espaço tridimensional, representar toda a área sobre um só ponto de vista e guardar a proporcionalidade entre os elementos representados (ALMEIDA, 2002, p.18)

Permitindo que o aluno desenvolva a capacidade de observar e relacionar conceitos como relevo, suas formas, suas transformações ao longo do tempo e como tudo isso pode ser conectado às dinâmicas e problemas sociais presentes na realidade.

Por isso Francischett (2004) diz que na comunicação cartográfica, a mensagem e informações passadas por meio de um conjunto de elementos gráficos ou mapas, podem ser previamente organizadas e apresentadas em uma maquete, como forma de criar uma ponte entre o real e o abstrato, facilitando o processo de compreensão dos alunos e auxiliando o processo de ensino-aprendizagem. Silva (2012) diz que a principal característica estrutural da maquete é a função de representar a realidade, com detalhes não percebidos em outra forma de representação.

A visualização e compreensão do espaço em três dimensões permite a introdução de diferentes informações, criando um meio termo entre o mundo real e o mapa abstrato, o que facilita o processo de interpretação de mapas e cartas topográficas. Nesse sentido, a maquete além de representar o espaço geográfico, permite ao aluno à percepção do abstrato no concreto, como afirmam Nunes e Vieira (2007):

Pode-se dizer que o professor é o elo entre o ensino e a aprendizagem, devendo sempre procurar maneiras de ampliar as formas de ministrar o conteúdo. Dependendo do método que ele utilizará poderá proporcionar aulas criativas, sendo a maquete um meio de intensificar os conhecimentos dos alunos de forma mais compreensível e menos teórica. (NUNES, VIEIRA 2007, p. 4).

A maquete possibilita uma representação objetiva do espaço, apresentando uma leitura didática que engloba noções de perspectiva, orientação, localização e transferência do tridimensional para o bidimensional, agindo como uma ponte entre o

concreto e o abstrato, do real para o mapa.

Para Pissinati e Archela (2007), independente da proporção aplicada, podemos trabalhar conceitos como a lateralidade, pois a localização não tem alterações, uma vez que o elemento vizinho, no plano real, será o mesmo vizinho na representação. A partir do momento em que o aluno consegue entender que os objetos não se transformam quando observados por diferentes ângulos, eles têm maior facilidade para entender conceitos como projeções e proporcionalidade. Segundo as autoras, há ainda a posição e a distância (perspectiva) entre alguns elementos do espaço com relação a outros, o que nos remete aos pontos de referência, além da escola e proporção.

A maquete como recurso didático, passa a ser um elemento na estruturação dos vários caminhos a serem percorridos no processo educativo, orientando o educando a assimilar criticamente o saber proporcionado pelo processo de escolarização em suas relações com o mundo (RIBEIRO, 2019, p. 14).

Para Simielli *et al.* (1991), é importante que no momento em que os alunos estejam trabalhando com a maquete consigam, de acordo com as habilidades e competências que possuem, produzir conhecimento, a parte das informações que os elementos da maquete possuem, assim como de informações que possam ser trabalhadas em conjunto à maquete para a elaboração de conceitos e compreensão dos fenômenos representados.

O objetivo primário em se construir maquetes é o de possibilitar uma percepção tridimensional das informações que no papel aparecem de forma bidimensional. Assim, a maquete pode ser entendida como um recurso didático útil para fornecer ao aluno a possibilidade de compreender, por meio de um modelo reduzido e simplificado, os principais elementos do espaço que se queira estudar.

No entanto, não existe uma fórmula pronta para desenvolver este recurso, que pode ser aplicado em todos os níveis de ensino, com diferentes objetivos e metodologias. As maquetes podem ser construídas de diferentes formas, dependendo da disponibilidade de tempo, ferramentas e materiais, cada uma sendo voltada para atender uma determinada necessidade. Na elaboração artesanal, são comumente utilizados materiais como isopor, EVA ou papel machê. Ressalta-se que existem

técnicas que envolvem a utilização desses materiais por meio de sobreposição e inserção de tintas coloridas que buscam ressaltar características da paisagem (GONÇALVES; SOUSA; FILHO, 2019, p. 203).

Para Carmo (2009), as maquetes que já são utilizadas nas aulas de Geografia são particularmente importantes quando se trata do processo de aprendizagem de alunos com deficiência visual, já que facilitam a compreensão de espaços que nem sempre são próximos ou acessíveis, além de que na maior parte das vezes, não podem ser tocados em sua totalidade na natureza.

Oliveira e Malanski (2008) destacam a maquete em sala de aula como prática inclusiva, pois além de proporcionar aos alunos videntes outras formas de percepção do espaço, o professor cria um ambiente que fornece aos alunos com deficiência visual ferramentas para que explorem e participem ativamente das atividades escolares.

2.1.2 A Educação Inclusiva e a Cartografia Tátil

Pensar na educação inclusiva requer uma discussão ampla sobre a acessibilidade em todos os níveis e nesse sentido as áreas do conhecimento que são propostas para a educação básica precisam refletir sobre as formas de incluir o estudante com deficiência na escola (SENA, CARMO, 2022, p. 128).

A educação inclusiva, para Bueno (2008), é um tema constante de políticas educacionais, podendo-se evidenciar tal situação nas propostas e ações governamentais, nos discursos políticos e nos projetos pedagógicos.

Incluir um aluno não se limita apenas em sua inserção física em salas regulares, mas sim proporcionar a sua participação nas atividades escolares, criando um ambiente que amenize as discriminações e as diferenças impostas pela sociedade, para isso é necessária uma adaptação física e pedagógica para garantir as condições de aprendizagem e autonomia desses alunos, por meio de recursos didáticos inclusivos, no nosso caso o uso de maquetes interativas, a fim de garantir o acesso aos meios de aprendizagem escolar, a exemplo do que está escrito no Livro 1, Título II, Capítulo IV, Artigo 28, inciso III da Lei 13.146/2015:

Incumbe ao poder público assegurar, criar, desenvolver, implementar, incentivar, acompanhar e avaliar [...]

III - projeto pedagógico que institucionalize o atendimento educacional especializado, assim como os demais serviços e adaptações razoáveis, para atender às características dos estudantes com deficiência e garantir o seu pleno acesso ao currículo em condições de igualdade, promovendo a conquista e o exercício de sua autonomia (BRASIL, 2015, p.7).

Carmo (2009) afirma que a inclusão consiste em uma ação ampla que propõe uma educação com qualidade para todos, sendo necessário colocar em prática programas e estratégias que buscam tornar a educação acessível a todas as pessoas e com isso atender às exigências de uma sociedade que luta para eliminar barreiras de aprendizagem e preconceitos. Segundo Mantoan (2006), ao se tratar de educação inclusiva, parte-se do pressuposto que todos os alunos têm algum conhecimento e que todo educando pode aprender, no tempo e jeito que lhe é próprio, quando são oferecidas as condições de acessibilidade para esse aprendizado.

As leis 10.098/2000 e 10.172/2001 asseguram o acesso aos alunos que precisem de educação especial por meio da eliminação de barreiras arquitetônicas na edificação, mas também de obstáculos nas comunicações, promovendo escolhas de recursos humanos e materiais necessários.

Segundo Sena e Carmo (2022), a Cartografia Tátil é uma área específica da Cartografia que se dedica à produção de representações cartográficas adaptadas às necessidades específicas de pessoas com deficiência visual, mas especificamente se os mapas apresentarem letras impressas e cores diversas, podem ser utilizadas por todos, possibilitando uma aprendizagem multissensorial e inclusiva, permeando pelas áreas da Cartografia Escolar, Educação Inclusiva e Ensino de Geografia (figura 2)

Figura 2 - Cartografia Tátil e suas áreas de influência e atuação



Fonte: SENA; CARMO (2022, p. 133)

Descrição da figura: A figura apresenta um diagrama de Venn, composto por quatro círculos, os três maiores representando a Cartografia Escolar em rosa, a Educação Inclusiva em azul e o Ensino de Geografia em verde, com a junção dos três formando o círculo branco que representa a Cartografia Tátil.

De acordo com Silva *et al.* (2014), a Cartografia Tátil surge como uma metodologia de construção de recursos adaptados, que para Carmo (2009), pode ser definida como a ciência, a arte e a técnica de transpor uma informação visual de tal maneira que resulte em um documento que possa ser utilizado por alunos com deficiência visual.

Existe uma grande diversidade de definições ao se tratar de deficiência visual, devido ao fato de que essas definições levam em conta uma gama de fatores, como a causa da deficiência, o momento de seu aparecimento, o grau de perda visual e a função visual afetada. O termo "deficiência visual" se refere ao espectro que vai da cegueira até a visão subnormal, também chamada de baixa visão, que comporta fatores como rebaixamento significativo da acuidade visual (a capacidade de reconhecer determinado objeto a determinada distância), redução importante do campo visual (a amplitude da área alcançada pela visão), da sensibilidade aos contrastes e a limitação de outras capacidades (GIL, 2000, p. 7).

Segundo Ventorini (2007), o conceito médico de cegueira e baixa visão centra-se na capacidade visual apresentada pelo sujeito depois de aplicados todos os métodos de tratamentos cirúrgicos e correções ópticas possíveis. A diferença entre as duas se deve ao fato da pessoa com baixa visão possuir uma redução importante do

campo visual e da sensibilidade aos contrastes e limitação de outras capacidades, mas ao mesmo tempo conserva resíduos de visão. Torna-se relevante então, para quem desenvolve os recursos táteis, observar as diferentes potencialidades e necessidades das pessoas com deficiência visual, adaptando os materiais para que atendam diferentes casos.

Além disso, ainda segundo Ventorini (2009), existem diferenças entre as pessoas com cegueira, porque estas podem ser cegas congênitas (que é a cegueira adquirida desde o nascimento até os 4 anos de idade) ou a cegueira adquirida ao longo da vida (após os 4 anos de idade). A principal diferença entre os casos está na memória visual, já que o indivíduo que perde sua visão ao longo da vida pode possuir uma memória visual, que possui papel fundamental na compreensão de objetos que compõe seu entorno, bem como conceitos e definições de diferentes fenômenos.

Desta forma, para Corrêa (2018), o educador que lida com pessoas com deficiência visual, torna-se importante conhecer cada caso, a fim de abordar e elaborar temáticas de maneiras distintas.

Por estes motivos, um dos aspectos importantes pensados ao longo da execução deste trabalho foi a inclusão de diversas ferramentas e estratégias que possibilitem a utilização do recurso pelo maior número de pessoas possível, como o braille², letras ampliadas, contraste de cores e utilização de áudios para as legendas, baseando-se no conceito de Desenho Universal.

O conceito de Desenho Universal baseia-se no processo de criar os produtos que são acessíveis para todas as pessoas, independente de suas características individuais, tendo como objetivo evitar ambientes e produtos especiais apenas para as pessoas com deficiência, mas assegurar que todos possam utilizar com segurança e autonomia os diversos espaços e objetos.

Segundo Carletto e Cambiaghi (2009), produtos e espaços pensados por meio do Desenho Universal apresentam sete princípios: igualitário, adaptável, óbvio, conhecido, seguro, sem esforço e abrangente.

² Para este trabalho, a palavra "braille" será grafada com dois "I", segundo recomendação da Comissão Brasileira do Braille (BRASIL, 2018)

- Igualitário: diz respeito a espaços, objetos e produtos que podem ser utilizados por pessoas com diferentes capacidades, tornando os ambientes iguais para todos;
- Adaptável: quer dizer que os produtos e espaços devem atender pessoas com diferentes habilidades, sendo adaptáveis para diferentes usos;
- Óbvio: deve ser de fácil entendimento para que uma pessoa possa compreender, independentemente de sua experiência, conhecimento, habilidades de linguagem, ou nível de concentração;
- Conhecido: quando a informação necessária é transmitida de forma a atender as necessidades do receptador, seja ela uma com dificuldade de visão ou audição;
- Seguro: previsto para minimizar os riscos e possíveis consequências de ações acidentais ou não intencionais; sem esforço, para ser usado eficientemente, com conforto e com o mínimo de fadiga;
- Abrangente, que estabelece dimensões e espaços apropriados para o acesso, o alcance, a manipulação e o uso, independentemente do tamanho do corpo ou mobilidade do usuário.

Cerqueira e Ferreira (2000) afirmam que recursos didáticos são todos os recursos físicos que visam auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem mais eficientemente. Para os autores, em nenhuma outra forma de educação os recursos didáticos assumem tanta importância, pois os estudantes com deficiência visual necessitam do contato tátil e da interação com recursos diferenciados que permitam sua participação nas atividades, culminando em sua aprendizagem.

Entretanto, para Vasconcellos (1993), percebe-se que a linguagem gráfica tátil beneficia todos os tipos de alunos, inclusive as crianças videntes, pois as representações gráficas que são apreendidas essencialmente pela visão, também podem ser percebidas pelo tato, desde que construídas com este objetivo, propondo uma adaptação das características visuais para características táteis por meio de um estudo da semiologia gráfica nas representações táteis.

De acordo com Almeida (2011), o material gráfico disponível para pessoas com deficiência visual é muito limitado, o que tem comprometido a percepção e o ensino

dos conceitos espaciais. Uma saída para a carência de recursos adaptados, segundo Reganhan (2014) é o uso de recursos de baixa tecnologia, elaborados manualmente com materiais encontrados em papelaria e no próprio ambiente escolar, porque os recursos de alta tecnologia nem sempre estão disponíveis, principalmente em escolas públicas, devido ao elevado custo. Sobre isto, Ventorini (2007) reforça que:

Uma das grandes dificuldades enfrentadas por pais e professores de alunos cegos e de baixa visão é a aquisição de material didático. As instituições que produzem e distribuem livros em braille, mapas, tabelas, etc., das diversas disciplinas escolares não são suficientes para sanar a demanda para estes educandos. (VENTORINI, 2007, p.31).

Não só o próprio recurso é limitado ao entender as demandas de alunos com deficiência visual, mas as legendas embutidas neles também apresentam problemas na hora de dialogar com mais de um aluno ou com o próprio, para os cegos ela é feita em braille, deixando os que sofrem de baixa visão desamparados se não souberem ler por meio desse sistema.

Para tentar resolver esse problema Borges, Freitas, Ventorini e Takano (2011) dizem que a inclusão de recursos sonoros vem ganhando importância nos últimos anos, o que viabiliza a apresentação de informações de forma com que o aprendizado venha de forma mais pedagógica, possibilitando uma maior aproximação da pessoa com deficiência ao recurso.

Deve-se priorizar com recursos que podem também ser utilizados por estudantes videntes, pois, segundo Corrêa (2018), torna-se importante incentivar sua utilização em atividades da escola regular para criar um ambiente de interação e conscientização dos alunos videntes, permitindo que se prepare o ambiente escolar para aulas realmente inclusivas devido a ludicidade e dinamicidade dos recursos. Já que, segundo Custodio e Nogueira (2013), para os alunos com deficiência visual, tão importante quanto o uso de métodos e recursos específicos ou adaptados, é a oportunidade da troca de experiências com os demais colegas.

Para Ross e Voos (2017) os recursos adaptados têm o objetivo de garantir o acesso às mesmas informações ofertadas aos alunos que não possuem comprometimentos. Assim, irão contribuir para minimizar algumas barreiras educacionais, possibilitando um acesso igualitário no currículo escolar e no processo

de ensino e aprendizagem

De acordo com Carmo (2009), estima-se que por meio da visão recebemos grande parte das informações que nos cercam. Para pessoas com deficiência visual os demais sentidos são de extrema importância para sua interação com o mundo, pois as texturas, temperaturas, aromas e sons permeiam o cotidiano de tais pessoas, portanto, destaca-se a importância da elaboração de recursos didáticos capazes de estimular esses diferentes sentidos para além da visão.

Kaleff (2016) aponta que para o deficiente visual, a manipulação de um recurso concreto é elementar para que, por meio do tato, reconheça e seja capaz de determinar as características do elemento estudado, através da forma, tamanho e texturas. Toledo e Pereira (2009) compreendem que a criança com deficiência visual consegue obter o conhecimento através da percepção tátil e da audição, mas para que ela venha a conhecer o mundo é necessário que ela entre em contato com objetos que possa tocar e sentir, verificando seu tamanho, peso e forma.

Como citado por Sena e Carmo (2022), é importante ressaltar que, no Brasil, não existe uma padronização ou normas para a confecção de mapas táteis, porém, com base em trabalhos como Almeida, Carmo e Sena (2011), Sena (2008), Carmo (2009), Jordão (2015), Ribeiro (2019), Bem e Trevisan Pupo (2019), existem recomendações para a produção dos recursos.

2.2 A TECNOLOGIA E A EDUCAÇÃO

Nessa seção serão discutidas as tecnologias de informação e comunicação e tecnologias digitais da informação e comunicação, a prototipagem rápida e a impressão 3D, a impressão 3D no ensino e na produção de recursos adaptados e o uso de *QR Code* e celulares em sala de aula, por meio de um referencial teórico e bibliográfico.

2.2.1 Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e Tecnologias Digitais da

Informação e Comunicação (TDIC) no Ensino

Com as diversas mudanças ocorridas em nossa sociedade, principalmente o advento de novas tecnologias e o aprimoramento de um pensamento menos autoritário, os educadores e a escola de uma maneira geral estão sempre vivenciando um processo de transformação em todo o contexto escolar. O modelo escolar que funcionava há quarenta anos atrás, hoje em dia não encontra mais o aporte da sociedade para continuar a existir, fato que vem obrigando os diversos sujeitos envolvidos com o ambiente escolar a adquirirem uma nova forma de ver a relação dos processos de ensino-aprendizagem. Freire (1979) já chamava a atenção para o problema da transmissão, da articulação entre educação e comunicação de forma tradicional, o fazer pedagógico reproduz a transmissão do conhecimento, feita de forma repetitiva, cansativa e monótona, em que o sujeito fica passivo, inerte, ouvindo, copiando, sendo avaliado ao prestar conta de determinadas tarefas.

Para Blikstein (2013), um professor do século XVI teria pouca dificuldade em adaptar-se as práticas de ensino atuais, mesmo com os avanços tecnológicos dos últimos séculos, os métodos de ensino-aprendizagem baseados na memorização ainda estão em vigor, do ensino fundamental ao superior.

A educação, tem como sua função transmitir o saber e as formas básicas de sua produção, mediando então a relação do aluno com o conhecimento passado, para que o mesmo tenha a capacidade de se desenvolver a ponto de gerar mais conhecimento, mostrando aos alunos que sua existência como seres humanos não se encerra na sua existência empírica e imediata, mas se insere na história, proporcionando as bases dos pensamentos necessários para desenvolver sua consciência crítica, compreender a realidade em que se insere e tornar-se livre como ser humano. Isso significa que a educação escolar deve formar indivíduos não só para se adaptarem à realidade existente, mas para comprehendê-la criticamente e transformá-la, adaptá-la ao homem, o que constitui historicamente o humano (SILVA, 2012, p. 26).

Desta forma, é necessário dar condições institucionais e pedagógicas para que esses princípios possam ser levados as escolas, com uma revisão de práticas educativas nas salas de aula.

Como Soares e Santos (2013) afirmam, a integração ao mundo tecnológico, midiático e informacional impõe-se como uma exigência e ao mesmo tempo um direito daqueles que praticam a educação. Não é mais possível conceber uma educação que seja restrita a sala de aula e que ignore as possibilidades trazidas pela tecnologia que já se tornaram parte fundamental de nosso dia a dia, pois segundo Kenski (2015), as transformações tecnológicas impõem novas formas e ritmos para se ensinar e aprender.

Para Hamze (2010), a necessidade criada pelo uso da tecnologia promove a necessidade de saber como aplicar todo o potencial existente no sistema educacional, especialmente nos seus componentes pedagógicos e processos de ensino e de aprendizagem.

As tecnologias, segundo Kenski (2015), sejam velhas ou novas, condicionam os princípios da organização das práticas educativas e como elas impõem mudanças na maneira de organizar os conteúdos que serão ensinados e na forma como serão trabalhados. O que se percebe, é a necessidade de o professor repensar sua prática docente, revisando seus objetivos e seu planejamento, tornando as novas tecnologias uma nova ferramenta de ensino.

Santos e Reis (2015) mostram que com o planejamento de ações que envolvam o uso pedagógico das TIC, as limitações dos alunos com necessidades especiais podem ser reduzidas e/ou superadas. Segundo Barros (2013):

O nome Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC – corresponde a todas as tecnologias que interferem na realização e mediação dos processos informacionais e comunicativos. Ainda, estas podem ser entendidas como um conjunto de recursos tecnológicos que proporcionam, por meio das funções de hardware, a automação e a comunicação dos processos. São diretamente relacionadas à comunicação e à ação direta da comunicação na educação. (BARROS, 2013, p.46)

Para Schuartz e Sarmento (2020), as TDICs são artefatos que estimulam a cooperação e parceria na produção do conhecimento e podem contribuir para processos educativos que superem os limites entre o físico e o virtual. A utilização de plataformas digitais de aprendizagem pode assegurar e facilitar uma melhor prática didática, desenvolvendo diversas habilidades e facilitando o processo de desenvolvimento do estudante. Os autores acrescentam que as TDICs:

[...] permitem, hoje, ministrar uma aula de forma muito mais dinâmica, interativa e colaborativa do que no passado. Para tanto, exige-se repensar as práticas pedagógicas existentes, o que se mostra um desafio aos docentes na contemporaneidade: agregar às práticas de ensino e aprendizagem recursos disponíveis em TDIC. Trata-se de uma demanda já estabelecida, à medida em que se assiste aos avanços tecnológicos em relação à informação e comunicação, bem como ao aumento do uso dessas ferramentas pelas camadas mais jovens [...] (SCHUARTZ E SARMENTO, 2020, p. 430).

Então, não se trata sobre a implementação ou não, mas de como se implementar as TIC e TDIC, e de como se pensar o conteúdo com base nelas, já que segundo Côrtes (2009):

Atualmente, não podemos mais adiar o encontro com as tecnologias; passíveis de aproveitamento didático, uma vez que os alunos voluntários e entusiasticamente imersos nestes recursos – já falam outra língua, pois desenvolveram competências explicitadas para conviver com elas. (CÔRTES, 2009, p. 18).

Apenas o uso das tecnologias por si só não representa uma mudança pedagógica, quando usada apenas como um suporte para a aula, é preciso que ela seja utilizada como mediação da aprendizagem. Moran, Masetto e Behrens (2007) afirmam que muitas das aulas convencionais, as baseadas em exposição, onde o professor transmite o conhecimento e o aluno decoram o conteúdo para as provas, estão ultrapassadas. Mas, afirma também que, se ensinar dependesse agora apenas de tecnologias, já teríamos achado melhores soluções. As tecnologias são importantes, mas não resolvem as questões de fundo que devem ser trabalhadas.

Para Moraes e Varela (2006), o simples acesso à tecnologia não é o mais importante, mas a criação de novos ambientes de aprendizagem e novas dinâmicas sociais a partir do uso dessas novas ferramentas. A inserção de novas tecnologias em ambiente escolar não são garantia de aprendizagem, nesse sentido, Monero e Pozo (2010) dizem que não se trata apenas de se fazer uma reciclagem dos conteúdos trabalhados em sala de aula introduzindo o computador e sim de uma mudança epistemológica. Não basta inserir as TIC e TDIC se a concepção de educação do professor continua a mesma, é preciso repensar a forma de se transmitir e construir o conhecimento, como afirma Behrens (2000):

As tecnologias e as metodologias incorporadas ao saber docente modificam o papel tradicional do professor, o qual vê no decorrer do processo educacional, que sua prática pedagógica precisa estar

sendo sempre reavaliada. A inovação não está restrita ao uso da tecnologia, mas também à maneira como o professor vai se apropriar desses recursos para criar projetos metodológicos que superem a reprodução do conhecimento e levem à produção do conhecimento (BEHRENS, 2000. p. 103).

Segundo Santos e Reis (2015) se utilizadas adequadamente como recursos pedagógicos, as TIC e TDIC podem auxiliar na superação das dificuldades encontradas pelos alunos e, consequentemente, promover a inclusão escolar. Já que além de tornar o ensino mais atrativo e alinhado com o cotidiano dos alunos, o uso das TIC e TDIC em sala de aula pode colaborar de forma relevante para o desenvolvimento de uma educação mais inclusiva, oferecendo as mesmas oportunidades de aprendizagem a todos os alunos por meio de técnicas e materiais adaptados.

2.2.2 A Prototipagem Rápida e a Impressão 3D

Segundo Seely (2004), o conceito de fabricação digital descreve os processos de projeto e produção que utilizam projetos digitais, associados com a fabricação auxiliada por computador. Já a prototipagem rápida, segundo Alencar (2004), consiste em um conjunto de tecnologias utilizadas para fabricar objetos físicos a partir de modelos digitais tridimensionais. Para Busswell *et al.* (2007), o termo "rápido" faz referência ao fato de que tais sistemas economizam tempo, pois não requerem nenhum tipo de assistência humana durante sua produção e não necessariamente que os objetos são produzidos de modo rápido.

Um dos grandes diferenciais da prototipagem rápida, segundo Volpato *et al.* (2007), é a facilidade de automatização, já que dispensa moldes e ferramentas, o que minimiza a intervenção do operador durante o processo. Chicca Júnior (2017) diz que a impressão 3D se apresenta como uma técnica de prototipagem rápida, que possibilita a criação de objetos complexos que não seriam possíveis com os processos de fabricação tradicionais.

A impressão 3D é uma tecnologia capaz de conceber objetos físicos, tendo por base as dimensões de altura, largura e profundidade de um modelo digital fornecido por um aplicativo de computador, podendo ser descrita como um sistema de impressão por manufatura aditiva. Esse processo, de acordo com Ford (2014)

consiste em um conjunto de tecnologias emergentes que fabrica objetos tridimensionais a partir de um modelo digital, através da adição sucessiva (camada por camada) de materiais poliméricos (plásticos), cerâmicos ou metálicos.

Mas, apesar de sua popularidade recente, a história das impressoras 3D já possui algumas décadas, iniciando-se em 1980, com Hideo Kodama, um médico japonês do Instituto Municipal de Pesquisa Industrial de Nagoya, que solicitou uma patente para um sistema de prototipagem rápida que utilizava luz ultravioleta para endurecer uma resina, formando uma peça em camadas, porém não pôde conseguir o registro de sua patente.

Em 1984, o engenheiro norte-americano Charles W. Hull patenteou uma técnica chamada estereolitografia (SLA), que criava peças sobrepondo milhares de finas camadas de polímeros e fundindo as mesmas utilizando luz ultravioleta.

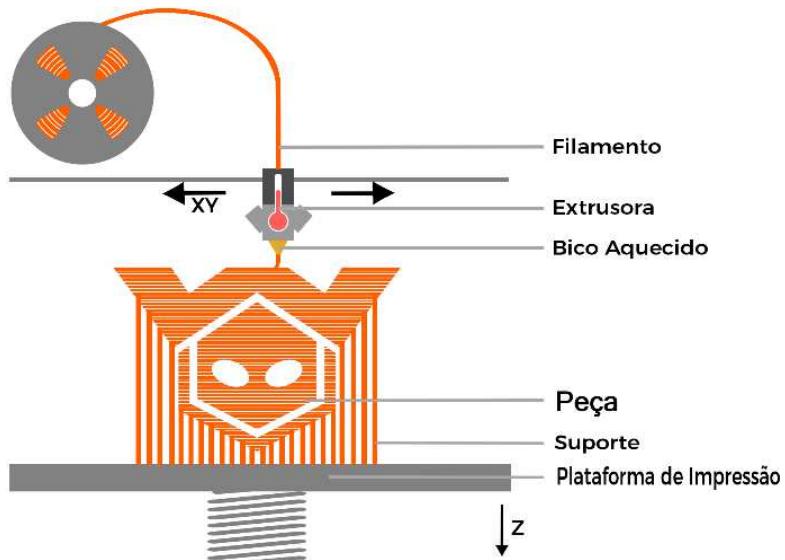
Wohlers e Gornet (2016) contam que em 1986, Charles fundou a *3D Systems*, primeira empresa de impressão 3D do mundo.

Segundo Silva *et al.* (2021), com o avanço tecnológico, após a invenção da estereolitografia, surgiram vários outros métodos de impressão como *fused deposition modeling (FDM)*, *selective laser sintering (SLS)*, *direct metal laser sintering (DMLS)*, entre outros.

Em 1989, Steven Scott Crump registrou a patente do que viria a se tornar a primeira impressora 3D que utilizada o método *Fused Deposition Modeling (FDM)*, ou modelagem por deposição de material fundido.

O método *FDM*, segundo Huang *et al.* (2013), consiste na deposição de camadas ultrafinas de material termoplástico, em uma plataforma própria para sua construção (figura 3). Ao entrar em contato com a plataforma, que se encontra em temperatura inferior ao material, o termoplástico é rapidamente endurecido, formando uma camada da peça a ser produzida.

Figura 3: Representação do processo de impressão 3D em *FDM*



Fonte: Wishbox (2019)

Descrição da figura: A figura apresenta um esquema dos componentes presentes em uma impressora 3D em *FDM*, representando seu funcionamento durante uma impressão.

O método *FDM* tem apresentado uma grande popularização recentemente, uma das razões é a expiração da patente da tecnologia *FDM* em 2009, o que potencializou seu desenvolvimento, promoveu maior acessibilidade e permitiu que várias impressoras de baixo custo fossem criadas. O *FDM* permite a confecção de peças resistentes, dependendo do material a ser utilizado, com maior vida útil e dimensionamente estáveis, maior precisão e repetibilidade.

A tecnologia de impressão tridimensional possibilitou ao ser humano desenvolver objetos sob medida, de alta ou baixa complexidade, sendo introduzida a diferentes níveis no meio industrial e doméstico, tornando possível que pessoas imprimam peças, maquetes e moldes em suas próprias casas e com um baixo custo de produção. (SANTOS, SILVA, SZESZ JUNIOR, 2020, p. 2)

Para Cosetti (2018), os materiais utilizados na impressão 3D *FDM* podem variar muito de acordo com o tipo de objeto a ser produzido, variando desde plásticos comerciais mais comuns (ABS: Acrilonitrila Butadieno Estireno; PLA: Ácido Poliláctico) até materiais que simulam tecidos humanos, com células vivas e fibras proteicas de colágeno.

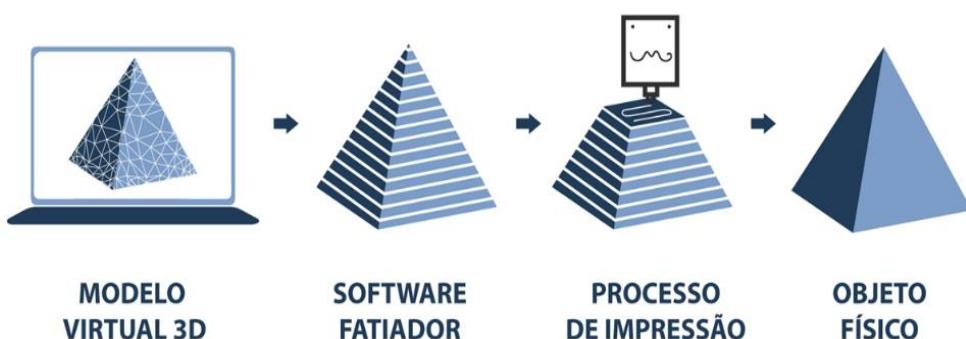
Os diferentes materiais possuem comportamentos distintos, que os tornam,

respectivamente, mais apropriados para determinadas aplicações. O ABS é mais resistente e mais flexível que o PLA, no entanto, requer maiores cuidados, como o aquecimento da mesa de impressão, para facilitar a aderência e a retirada da peça da mesa de impressão (CHICCA JÚNIOR, 2017, p. 69).

Os modelos para impressão 3D, comumente, apresentam-se em formato *STL* (*Standard Triangle Language*), que segundo Negromonte (2017), constrói os modelos por meio da junção de linhas e polígonos. Os modelos tridimensionais podem ser criados de duas formas: sendo criados do zero, a partir de softwares para modelagem em três dimensões, os *CADs* (*Computer Aided Design* ou, em português, Desenho Manipulado por Computador), ou podem ser criados por a partir de objetos já existentes, utilizando scanners ou informações altimétricas, por exemplo, afim de copiar as dimensões e características do objeto em questão.

Por fim, os modelos 3D são inseridos em *softwares* fatiadores, onde são configurados os parâmetros para a fabricação do objeto em 3D. O nome "fatiador" se deve ao fato de que o modelo é dividido em diversas camadas, que serão sobrepostas pela impressora, afim de construir o objeto escolhido. (figura 4)

Figura 4: Representação do processamento do modelo 3D para impressão com tecnologia *FDM*



Fonte: Mousa (2018)

Descrição da figura: A figura apresenta um esquema representando o processamento de um modelo 3D até sua impressão no método *FDM*, passando de um modelo virtual 3D, para um *software* fatiador, em seguida para o processo de impressão e por fim o objeto físico impresso.

Segundo Mello (2017) a atuação desta tecnologia é tão abrangente que pode ser aplicada em objetos fabricados com destino a educação, passando por peças para o setor automotivo e aeroespacial, até a atuação na área da saúde, revolucionando o

atual mundo de diagnósticos e cirurgias.

2.2.3 Impressão 3D no Ensino

O modelo *STEAM* (acrônimo de *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* ou, em português, Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), que segundo Yakman e Lee (2012) é considerado um paradigma educacional para o presente século, contrapondo-se à visão fragmentada dos currículos escolares, integra inúmeras disciplinas e usa a arte e a tecnologia no design de soluções inovadoras, tendo a impressão 3D como uma de suas metodologias.

De acordo com Nunes e Chaves (2015), considerando as especificidades e particularidades de cada discente, em seus diversos contextos escolares, a inovação educacional com o uso de tecnologias digitais, como a impressora 3D, representam uma ação pedagógica necessária na busca desta reformulação do processo de ensino-aprendizagem.

Para Slavkovsky (2012) a representação de objetos 3D não é privilégio dos tempos atuais, os educadores têm usado modelos tridimensionais elaborados com diferentes materiais por séculos, destacando que o objeto físico propicia o entendimento diferenciado do objeto virtual que dependendo da sua complexidade é quase impossível de ser abstraído.

Na educação, a impressora 3D vem sendo empregada como uma ferramenta capaz de potencializar o processo de ensino, como afirmam Teodoro e Lopes (2013):

A evolução acontece de forma constante e com ela vêm novidades que se adequarão à classe dos ferramentais educacionais. As formas de interação tomarão outros enfoques, tornando os conteúdos cada vez mais acessíveis, compreensíveis e ilustráveis. Algumas ferramentas que ampliam os conceitos de modelagem e tridimensionalidade palpáveis são os scanners e as impressoras 3D. No caso da impressora, reproduzindo, por meio de um software, um projeto estrutural desenvolvido pelo usuário em ambiente virtual, trazendo-o ao ambiente físico (TEODORO; LOPES, 2013, p. 98).

De acordo com Blikstein (2013) o grande diferencial dos objetos desenvolvidos mediante a impressora 3D está na qualidade, podendo usá-los para testes reais e funcionais.

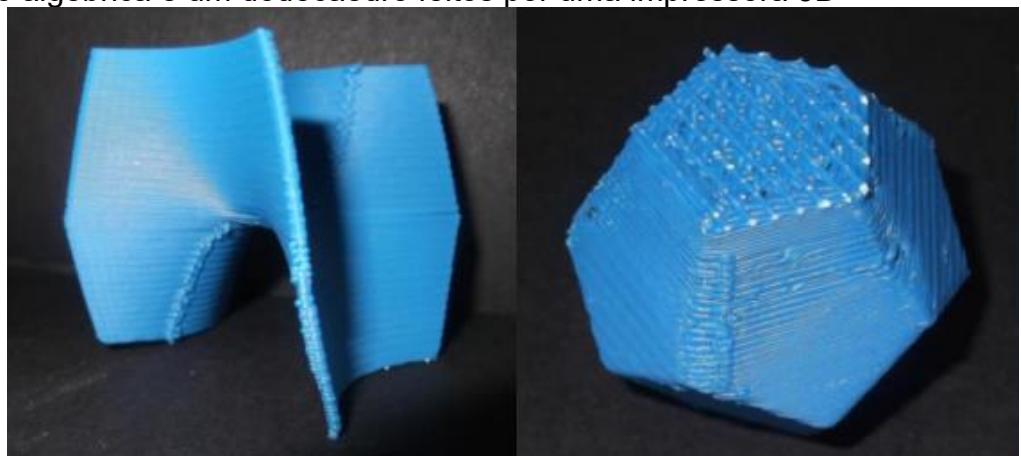
Um grande diferencial neste modo de produção é permitir uma tiragem baixa ou até mesmo única, atendendo a demandas específicas de cada escola. Não há mais a necessidade de se produzir peças em grande escala, em série, mas sim, personalizadas para serem testadas ou terem um uso final (PUPO, 2008, p. 53).

Aguiar (2016) considera que a impressora 3D:

[...] pode ajudar o estudante a pensar diferente e a ver o mundo de outra maneira. Junto a outras TIC, ajuda a formar ambientes que dão o estímulo adequado a estudantes que se apresentam indiferentes na escola, pois possibilita que eles aprendam por conta própria mediante exploração (AGUIAR, 2016, p. 47).

Estudos, como os realizados pelo *Department for Education* (2013), órgão do Governo do Reino Unido, que mostrou o desenvolvimento de habilidades de visualização 3D em estudantes por meio da impressão de modelos matemáticos, como gráficos para várias equações algébricas, bem como exemplos de sólidos geométricos (figura 5) e o de Knill e Slavkovsky (2013), que criaram provas físicas para testar as ideias, resultados e métodos do matemático Arquimedes (figura 6), mostram a potencialidade do uso dessa tecnologia, não apenas em uma ou outra disciplina escolar, mas como um todo para o processo de ensino-aprendizagem

Figura 5: Representações tridimensionais de um gráfico formado por uma equação algébrica e um dodecaedro feitos por uma impressora 3D



Fonte: Department for Education (2013, p.12)

Descrição da figura: A figura apresenta dois objetos produzidos por meio da impressão 3D, a representação de uma equação algébrica tridimensional e um dodecaedro, em um fundo preto, foram impressos em filamento azul.

Figura 6: Reprodução do parafuso de Arquimedes feita em impressão 3D

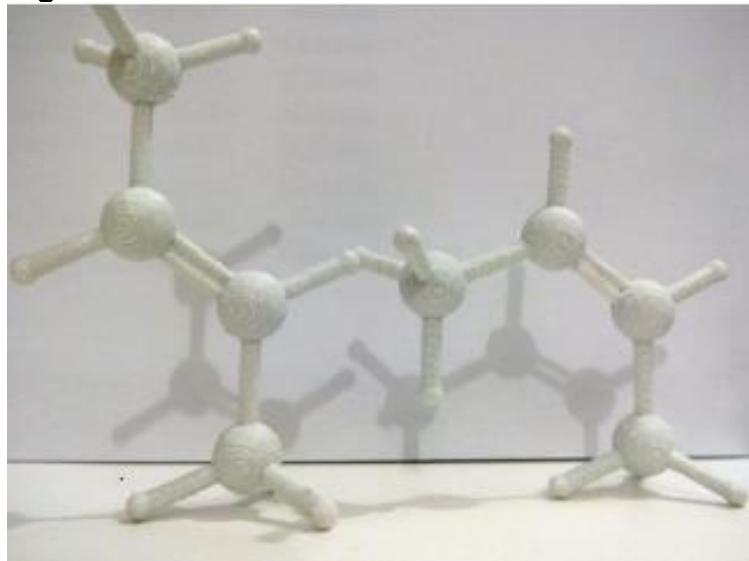


Fonte: KNILL; SLAVKOVSKY (2013, p.5)

Descrição da figura: A figura apresenta dois objetos produzidos por meio da impressão 3D, um parafuso de Arquimedes e sua base cilíndrica, foram impressos em filamento branco.

É possível reproduzir os artefatos e levá-los para sala de aula, assim como discutido por Aguiar (2016) no âmbito do ensino de ciências para produção de experimentos (figura 7).

Figura 7: Moléculas cis-2-buteno e trans-2-buteno impressas em 3D



Fonte: Aguiar (2016, p.89)

Descrição da figura: A figura apresenta duas representações de modelos moleculares produzidos por meio da impressão 3D, foram impressos em filamento branco.

As aulas de Artes e História também podem se beneficiar de objetos produzidos pela impressora 3D, como demonstrado por Onisaki e Vieira (2019), que produziu modelos arquitetônicos em escala de locais históricos e representações de esculturas famosas (figura 8).

Figura 8: Modelo em escala do Coliseu e parte da escultura de David feitas em impressão 3D



Fonte: ONISAKI; VIEIRA (2019, p.133)

Descrição da figura: A figura apresenta dois objetos produzidos por meio da impressão 3D, um modelo em escala do Coliseu de Roma e a cabeça de uma escultura de David, foram impressos em filamento amarelo.

Em articulação ao momento de popularização das impressoras 3D, nos deparamos com um cenário mundial marcado por vasta disponibilidade de conhecimentos nos meios digitais, facilidade de troca de experiência entre as pessoas, principalmente pelas redes sociais, hardwares com baixos custos e utilização de softwares livres, computação em nuvem para armazenamento de dados e, interfaces de programação computacionais mais intuitivas (ONISAKI; VIEIRA, 2019, p. 129).

É preciso vislumbrar o potencial para a construção de recursos didáticos pedagógicos por meio da impressão 3D, sejam recursos concretos que não são facilmente encontrados no mercado ou que precisam ser utilizados em casos específicos. É importante considerar que a impressora 3D é uma ferramenta que permite a construção de recursos para o ensino, e assim, seu uso em sala de aula não precisa ser direto, mas pode ocorrer por meio dos recursos previamente impressos (BASNIAK; LIZIERO, 2017, p. 452).

2.2.4 Impressão 3D na Produção de Recursos Adaptados

Devido à natureza personalizável da impressão 3D, é possível que sejam produzidos recursos que atendem as necessidades específicas de diferentes usuários. Para Pinzetta e Frosch (2019), o desenvolvimento de recurso adaptado em

impressora 3D propicia experiências sensório-motoras importantes para o desenvolvimento dos sentidos remanescentes dos alunos com deficiência visual, sendo esta, uma ferramenta relevante para a construção do sistema de significação.

É possível observar as potencialidades da impressão 3D na produção de recursos adaptados em trabalhos como o de Faria (2019), que produziu um mapa tátil da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro para orientação e navegação de pessoas com deficiência visual (figura 9), ou Araújo (2018) desenvolveu símbolos cartográficos para mapas táteis de ambiente indoor a partir da impressão 3D (figura 10).

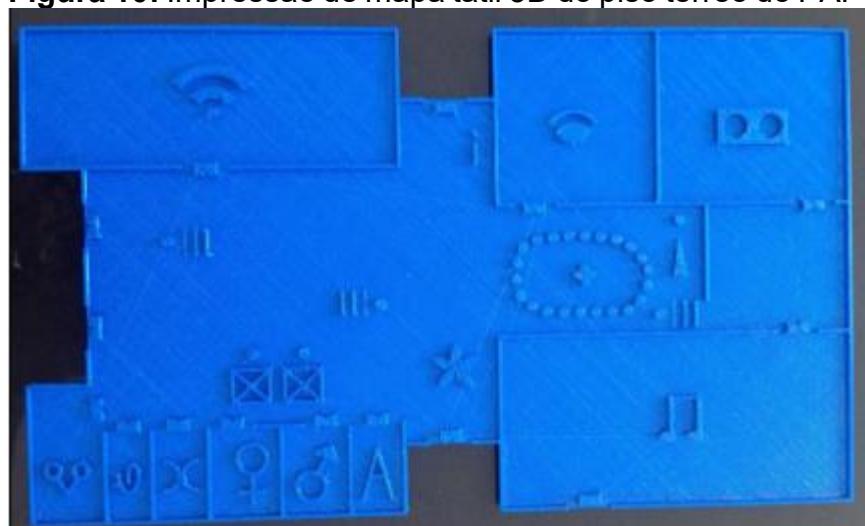
Figura 9: Mapa tátil da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro



Fonte: Faria (2019, p.33)

Descrição da figura: A figura apresenta um mapa tátil da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e sua legenda em braille, foi impresso em filamento azul.

Figura 10: Impressão de mapa tátil 3D do piso térreo do PAF III da UFBA

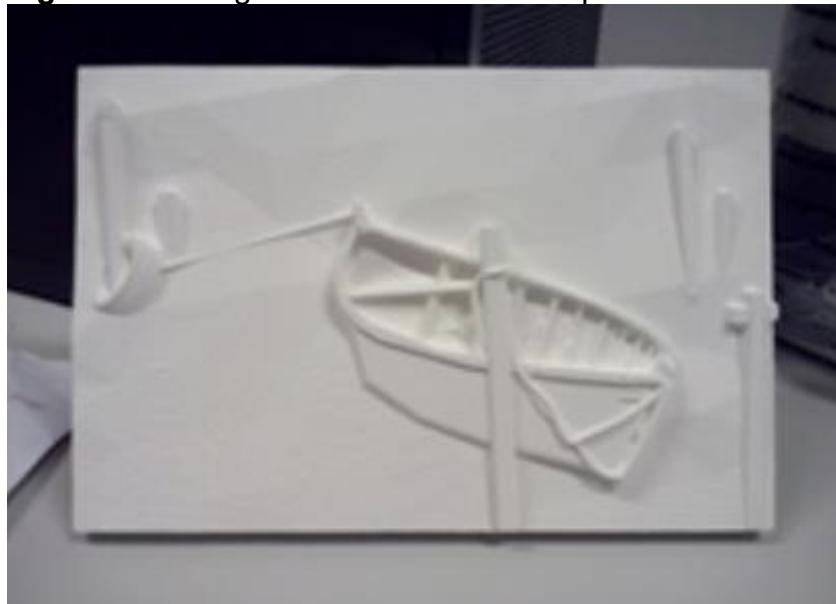


Fonte: Araújo (2018, p.69)

Descrição da figura: A figura apresenta um mapa tátil do piso térreo de um prédio, o mapa apresenta diferentes símbolos para cada um dos cômodos, foi impresso em filamento azul.

Araujo e Santos (2015), utilizando a impressão 3D, transformaram fotografias em modelos táteis para o auxílio de deficientes visuais (figura 11). Andrade e Iachel (2017) apresentam em seu trabalho um projeto para o ensino de astronomia para cegos por meio da impressão 3D.

Figura 11: Fotografia tátil criada com impressão 3D



Fonte: Araújo e Santos (2015, p.72)

Descrição da figura: A figura apresenta uma impressão 3D criada a partir de fotografia. A impressão mostra um barco preso em uma coluna de madeira por uma corda feita em filamento branco.

A utilização da impressão 3D como auxílio ao deficiente visual na área das Artes é demonstrada pelo trabalho de Linardi *et al.* (2015), que criou representações táteis de esculturas presentes em um museu, que como destacam Silva e Caldovino (2015), é uma alternativa viável para a adaptação de pequenos museus.

O projeto *Tactile Picture Books* (figura 12), de Tom Yeh, apresenta uma proposta de elaboração de uma biblioteca de livros em braille com imagens em alto relevo produzidas por meio da impressão 3D, o que permite às crianças acompanharem a história e, ao mesmo tempo, sentirem as figuras com as mãos.

Figura 12: Livros tátteis produzidos por meio da impressão 3D



Fonte: Wishbox (2016)

Descrição da figura: A figura apresenta uma mulher sentada em frente a uma mesa tateando painéis criados em impressora 3D que recriam, através de relevos e texturas, as imagens de livros infantis.

Alves (2018), Sánchez et al. (2020), Palaio, Almeida e Patreze (2018) demonstram como a impressão 3D pode ser utilizada para o ensino de ciências, além de ressaltarem a eficácia do recurso em sala de aula com pessoas cegas ou com baixa visão.

Toledo e Rizzatti (2021) imprimiram, em seu trabalho, várias peças voltadas para modelos atômicos, cujo ao final do processo, os professores e avaliadores participantes evidenciaram que os recursos produzidos demonstravam viabilidade, sendo adaptados ao contexto e a seus respectivos alunos.

A tecnologia de impressão 3D é uma ferramenta que poderá romper as limitações de um deficiente visual, como também auxiliar e ensinar através de modelos didáticos alunos videntes e de baixa visão, produzindo recursos em diferentes escalas e proporções, desse modo, espera-se que a área educacional se expanda com a utilização desta tecnologia, para que assim se possa ter uma sociedade inclusa e que contribua significantemente na produção de conhecimento (PINHO, 2021, p. 516).

2.2.5 QR CODE E O CELULAR

Até bem pouco tempo atrás o computador nas escolas era um privilégio quase

que restrito a rede de ensino particular, mas esta não é mais a única forma de tecnologia que se insere na escola. O acesso à internet, os dispositivos móveis, em especial os *smartphones*, e a diversidade de aplicativos tornaram-se parte da nossa existência e atraem cada vez mais a atenção dos alunos em sala de aula, tirando o foco do aprendizado (COLMAN, 2019, p.11).

O *smartphone* se tornou hoje uma parte indispensável na vida das pessoas, incluindo os alunos dentro das salas de aula, então por que não o utilizar como uma ferramenta pedagógica, contribuindo para a melhoria do processo de ensino? Santomé (2013) destaca que:

À medida que vão aparecendo no mercado novas máquinas, dispositivos e programas e com a difusão de seu uso, a maneira de viver seus usuários sofre grandes transformações de maneira continuada. Originam-se novas formas de acesso à informação, de se relacionar, ver, se comportar, aprender, trabalhar, se divertir, pensar e ser. (SANTOMÉ, 2013, p. 16).

Nesse contexto, o *QR Code* (*Quick Response Code* ou código de resposta rápida) se apresenta como uma ferramenta para aumentar o dinamismo de recursos em sala de aula, além de uma tentativa de ressignificar o uso do celular, com uma perspectiva didática.

O *QR Code* (figura 13) foi criado em 1994 no Japão pela empresa *Denso Wave* e veio com o objetivo de ser um novo tipo de código que pudesse ser rapidamente interpretado por um equipamento de leitura, daí a origem de seu nome que significa código de resposta rápida, se tornando um substituto dos antigos códigos de barras em preto em branco, que permite armazenar diferentes tipos de dados, incluindo caracteres alfabéticos, numéricos, símbolos e binários. Enquanto o tradicional código de barras pode ter no máximo 20 dígitos, um *QR Code* pode armazenar até 7.089 caracteres.

Figura 13: Exemplo de QR Code



Fonte: Ribeiro (2019, p.71)

Descrição da figura: A figura representa um QR Code, formado por formas retangulares pretas em um fundo branco.

O QR Code se tornou uma tecnologia viável devido a decisão dos criadores de o manterem um código aberto, ou seja, qualquer pessoa pode gerar e usar livremente, sem a necessidade de autorizações ou custo algum.

Com o avanço da tecnologia, principalmente telefones celulares e tablets, além da massificação do acesso à internet móvel, o QR Code permite que o mundo físico e o mundo digital se tornem ainda mais próximos. Muito útil é também a forma prática como os QR Codes possibilitam transferir informações para os dispositivos móveis, como por exemplo, contatos, vCards, localizações, instruções de utilização, cardápios e bilhetes eletrônicos (RIBAS *et al.*, 2017, p.15).

Segundo Vieira e Coutinho (2013), o uso de códigos QR, enraizado e sustentado no Mobile Learning, aprendizagem móvel, oferece um novo enfoque aos processos de ensino e aprendizagem, introduzindo uma nova dinâmica e, apelando ao fator de novidade, torna-se uma motivação extra para os alunos. Os autores complementam que:

Os QR Codes abrem novos horizontes para o processo de ensino e aprendizagem, ou seja, colocam o foco na descoberta, na aventura e na exploração. Os QR Codes fazem a ligação entre o mundo físico e o mundo virtual proporcionando aos alunos o acesso à informação em tempo real e sem constrangimentos de localização (VIEIRA; COUTINHO, 2013, p.91).

Para ter acesso ao conteúdo de um QR Code, é preciso dispor de uma câmera em um telefone celular e um programa feito para ler o código, que será capaz de decodificar e exibir as informações da imagem. A criação de um QR Code também é simples e gratuita, pois se trata de uma tecnologia de código aberto, eles podem ser

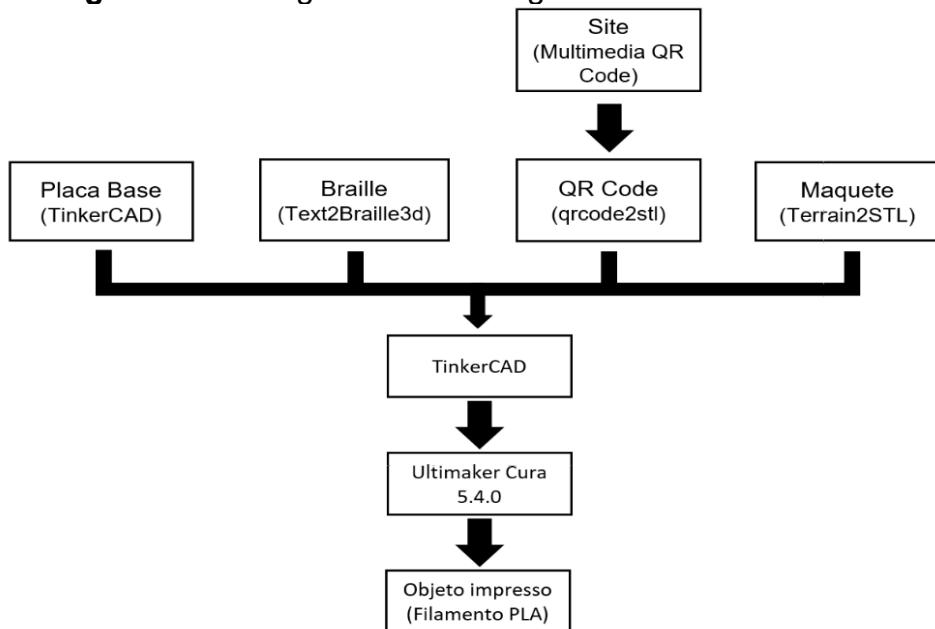
gerados por aplicativos de celular ou até mesmo sites, sendo preciso então somente o acesso a eles através da internet.

Os QR Codes possuem também podem ser utilizados na produção de recursos didáticos inclusivos, como demonstrado por Ribeiro e Sena (2020), acrescentando informações multimídias na legenda de maquetes.

3 SEGUNDA FASE: CONSTRUÇÃO DOS PROTÓTIPOS

O processo de elaboração do protótipo dos recursos didáticos está representado pelo fluxograma encontrado na figura 14.

Figura 14: Fluxograma metodológico



Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da figura: A figura representa um fluxograma metodológico descrevendo o processo de elaboração dos recursos didáticos da pesquisa, onde os elementos do recurso (placa, braille, QR Code e maquete) foram modelados pelo software *TinkerCad*, fatiados pelo software *Ultimaker Cura* e impressos em filamento PLA.

O método de impressão *FDM*, que utiliza filamentos para a criação dos modelos tridimensionais foi o escolhido para este trabalho, pois as impressoras desta tecnologia possuem preços menores do que as impressoras *SLA*, além de possuírem uma melhor relação custo x área de impressão.

Já o material escolhido para a produção dos recursos didáticos foi o ácido polilático (PLA), tipicamente produzido a partir do milho ou de outros materiais renováveis semelhantes, que segundo Santos (2011), é um termoplástico biodegradável e não tóxico. O PLA é um material que por ser bastante flexível e elástico, vem substituindo alguns polímeros que tem em sua composição petróleo, o que fortalece a sua utilização nos dias atuais.

Apesar de materiais como o ABS apresentarem maior resistência mecânica e térmica, o PLA foi escolhido devido a sua facilidade de utilização, pois não necessita de impressoras 3D fechadas ou conhecimentos avançados para sua utilização. Como

as peças impressas não foram pensadas para serem expostas a grandes temperaturas ou sofrerem um esforço mecânico repetitivo, o PLA supre as necessidades do projeto.

A seleção de quais formas de relevo e acidentes geográficos que foram produzidas para avaliação foi feita com base nos conteúdos de Geografia encontrados na Base Nacional Comum Curricular (Tabela 1)

Tabela 1: Habilidades da Base Nacional Comum Curricular utilizadas para confecção dos recursos didáticos

Habilidades da Base Nacional Comum Curricular utilizadas para confecção dos recursos didáticos	
(EF03GE06)	Identificar e interpretar imagens bidimensionais e tridimensionais em diferentes tipos de representação cartográfica.
(EF04GE11)	Identificar as características das paisagens naturais e antrópicas (relevo, cobertura vegetal, rios etc.) no ambiente em que vive, bem como a ação humana na conservação ou degradação dessas áreas.
(EF06GE09)	Elaborar modelos tridimensionais, blocos-diagramas e perfis topográficos e de vegetação, visando à representação de elementos e estruturas da superfície terrestre.
(EM13CHS103)	Elaborar hipóteses, selecionar evidências e compor argumentos relativos a processos políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e epistemológicos, com base na sistematização de dados e informações de diversas naturezas (expressões artísticas, textos filosóficos e sociológicos, documentos históricos e geográficos, gráficos, mapas, tabelas, tradições orais, entre outros).
(EM13CHS106)	Utilizar as linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica, diferentes gêneros textuais e 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 difundir informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

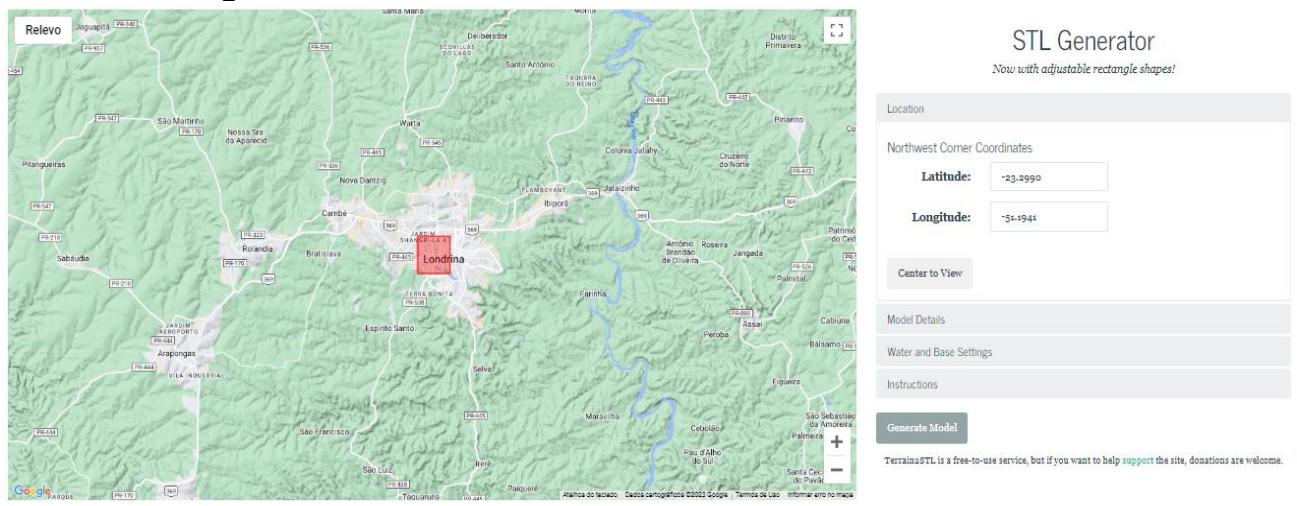
Fonte: Elaborado pelo autor

Em seguida, foi preciso delimitar quais os locais no globo possuíam tais formas de relevo de forma com que pudessem ser transpostos de maneira didática, os escolhidos foram: Arquipélago (Hawaii), Baía (São Martinho do Porto/Portugal), Cordilheira (Himalaia), Depressão (Mar Morto), Escarpa (Monte Roraima), Ilha (Sérifos/Grécia), Istmo (Panamá), Montanha (Monte Fuji/Japão), Morro (Torrinha/SP), Península (Atos/Grécia), Planalto (Planalto das Guianas) e Planície (Paposo/Chile). (Apêndice I)

Os modelos tridimensionais de relevo foram elaborados utilizando o site *Terrain2STL*, que gera, de forma gratuita, online e automática, modelos 3D para a impressão com base em dados de elevação digital *SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)*, de maneira simples e intuitiva (figura 15). Para isso, foi preciso estabelecer

diferentes parâmetros, como a localização, tamanho da área e exagero vertical. Como o objetivo da coleção de maquetes não é a comparação direta entre as formas de relevo, cada modelo foi desenvolvido com parâmetros e escalas diferentes, buscando assim, uma visualização mais didática de cada um individualmente, mas novos modelos podem ser produzidos para comparações, utilizando a mesma metodologia.

Figura 15: Interface do site *Terrain2STL*

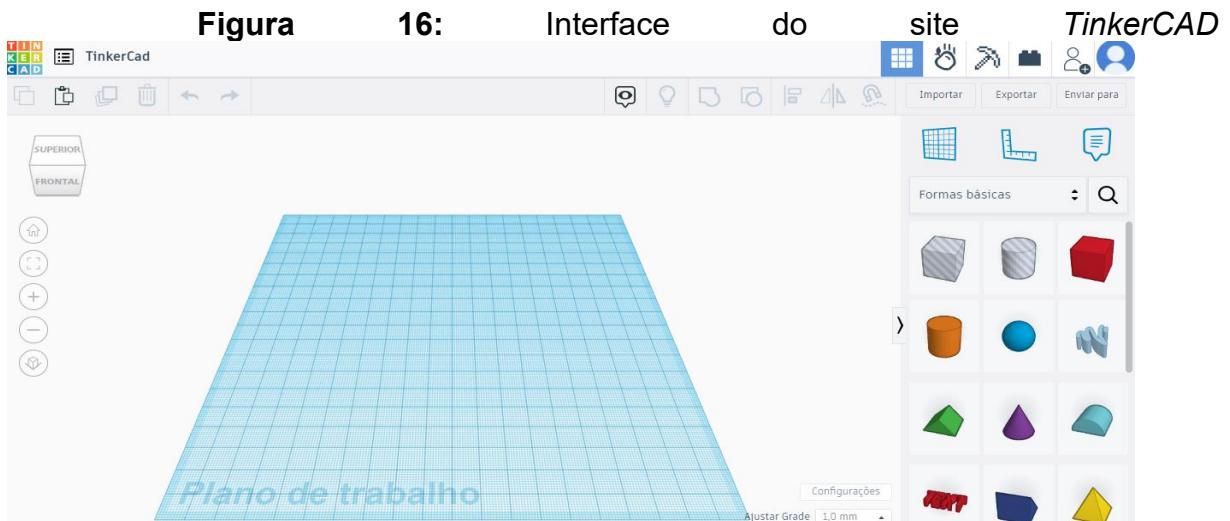


Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura representa a interface do site *terrain2stl*, a direita se localiza um mapa para seleção de uma área e a esquerda se localizam as configurações para geração do modelo.

As placas, onde se encontram o nome do relevo em forma gráfica, braille e o QR Code, foram pensadas para serem fáceis de se manusear, tanto em tamanho quanto em peso, buscando também uma forma econômica de se produzir o recurso didático, economizando matéria-prima e tempo de impressão.

O software utilizado para a modelagem das placas foi o *TinkerCAD* (figura 16), um site gratuito que permite a modelagem 3D por meio de uma interface gráfica simples, mas que permite a produção de peças complexas e funcionais.

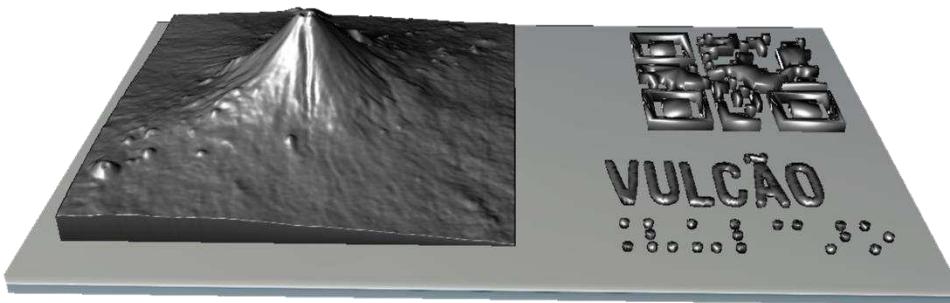


Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura representa a interface do site *TinkerCAD*, a direita se localiza a área para modelagem 3D e a esquerda se localiza um acervo de formas geométricas para utilização na modelagem.

A primeira versão do recurso didático (figura 17), foi formada por uma placa de 17 centímetros de largura, 25 centímetros de comprimento e 1,5 milímetros de altura, com uma abertura para o encaixe do modelo de relevo no canto direito e, ao lado esquerdo, o *QR Code*, que leva a página da internet com a legenda expandida junto do nome em escrita gráfica e em braille.

Figura 17: Primeira versão da placa e organização do recurso didático



Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura apresenta o modelo tridimensional da primeira versão do recurso didático, sendo composta por uma placa retangular onde estão fixados os diferentes elementos do recurso, com a maquete de relevo está na esquerda e o *QR Code*, nome do relevo em escrita gráfica e em braille estão na direita.

A escrita em braille foi produzida a partir do site *Text2Braille3d* (figura 18), que gera modelos *STL* prontos de placas braille a partir de textos informados pelo usuário, sendo necessário apenas estipular o tamanho da placa desejada em uma interface gráfica.

Figura 18: Interface do site *Text2Braille3d*

Parâmetros:

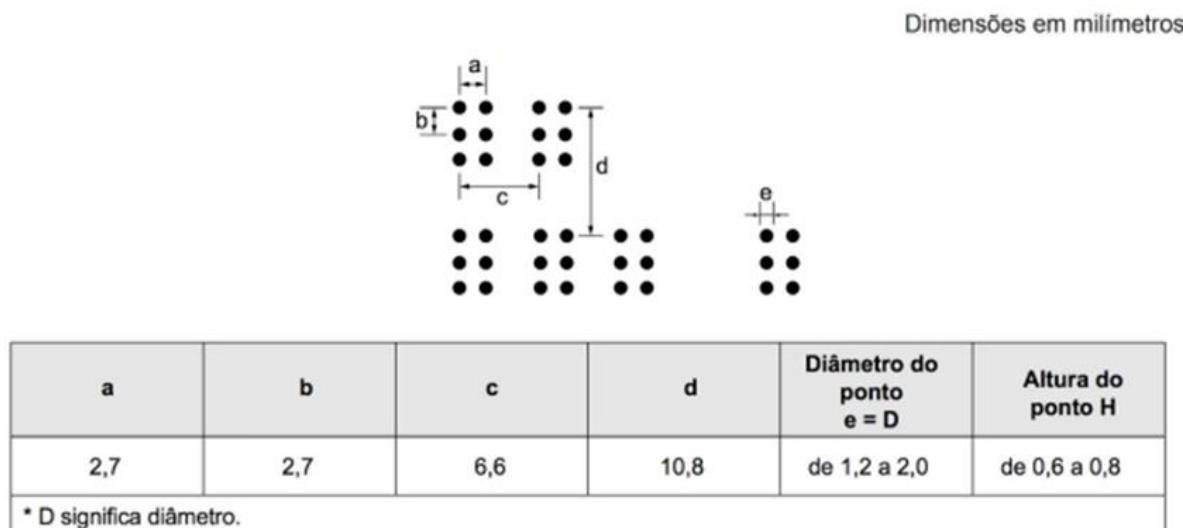
Texto	Olá Mundo
Maiúsculo	<input type="checkbox"/>
Altura do ponto [default: 0.75mm]:	[滑块]
Diâmetro do ponto [default: 1.9mm]:	[滑块]
Espessura da placa (mm):	2
Margem da placa (mm):	5
Gerar canto de referência ?	<input checked="" type="checkbox"/>
Gerar apoios para impressão ?	<input checked="" type="checkbox"/>

Gerar modelo 3D

Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura representa a interface do site *Text2Braille3D*, que contém os diferentes parâmetros para a criação da placa braille e uma caixa de texto para edição.

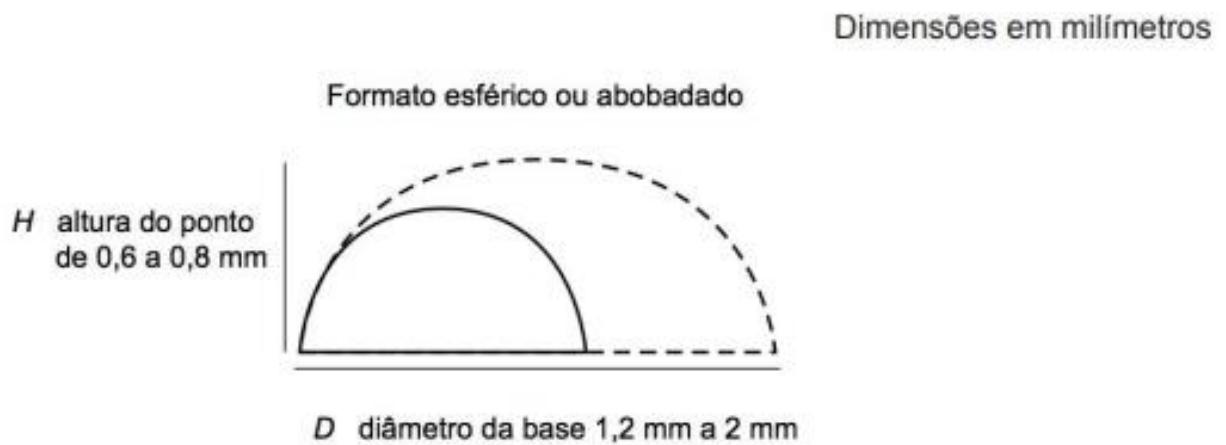
As placas em braille foram produzidas seguindo os parâmetros encontrados na NBR 9050:2020 (figura 19 e 20), que estipula as medidas e disposição das células braille, afim de garantir uma padronização e a qualidade.

Figura 19: Arranjo geométrico dos pontos Braille

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2020, p.39)

Descrição da figura: A figura apresenta um esquema de disposição dos pontos braille e uma tabela informando as distâncias e medidas corretas para seu uso.

Figura 20: Formato do relevo do ponto em Braille

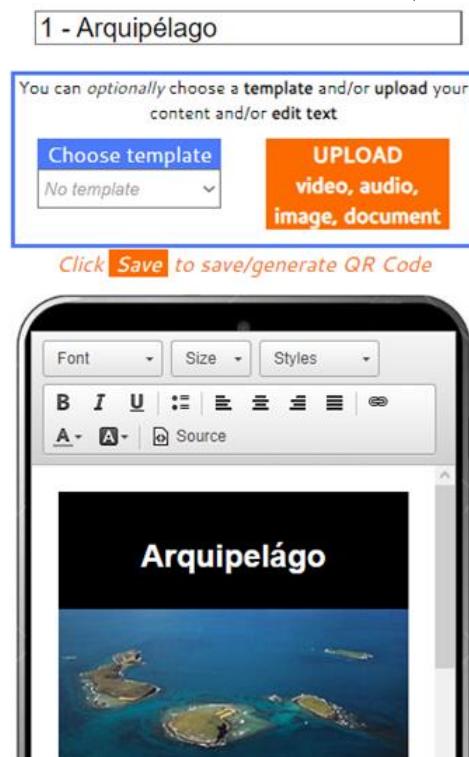


Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2020, p.39)

Descrição da figura: A figura apresenta um esquema informando o tamanho e formato estipulado para um ponto braille.

Para as legendas expandidas, optou-se pela utilização do site *Multimedia QR Code*, uma plataforma online gratuita que permite a criação de sites multimídias pensados para aparelhos celulares por meio de uma interface gráfica simples, comportando informação em forma de texto, imagens, vídeos e sons (figura 21).

Figura 21: Interface do site *Multimedia QR Code*



Fonte: Acervo do autor

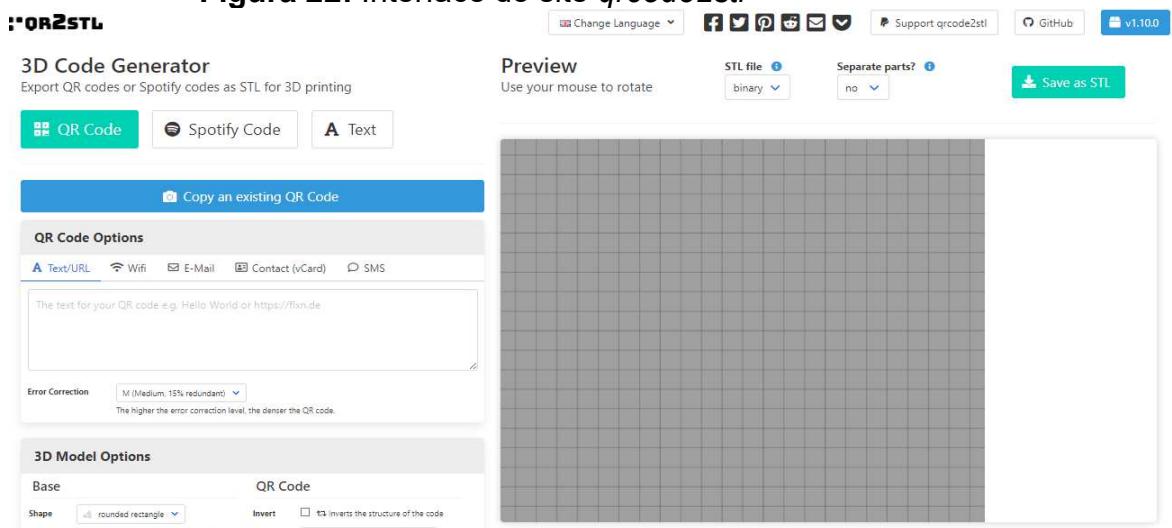
Descrição da figura: A figura apresenta a interface do site *Multimedia QR Code*, que contém o nome do site sendo criado, um espaço para o *upload* de mídias e a representação de um celular onde será visualizado o site quando pronto.

Os sites foram criados com um fundo preto e letras brancas para criar um

contraste forte, além da utilização de uma fonte grande, para facilitar a leitura por alunos com baixa visão. Também conta com uma imagem do elemento representado, exemplificando melhor para alunos videntes e uma legenda em forma de áudio, tornando o conteúdo acessível para alunos com deficiência visual.

Com os links para os sites prontos, os *QR Codes* foram gerados utilizando o site *qrcode2stl* (figura 22), que gera de forma gráfica a partir de textos, produzindo modelos em *STL* para a impressão 3D, que podem ser configurados em relação a tamanho e formato.

Figura 22: Interface do site *qrcode2stl*



Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura representa a interface do site *qrcode2stl*, a direita se localiza a área com os parâmetros de geração de *QR Code* e a esquerda se localiza uma área para visualização do modelo tridimensional gerado.

Para a produção dos *QR Codes* nesse trabalho, foram seguidas as medidas recomendadas pela *Comisión Braille Española* (2020) (figura 23).

Figura 23: Dimensões das margens para *QR Code* em documentos táteis



Fonte: COMISIÓN BRAILLE ESPAÑOLA (2020, p.5)

Descrição da figura: A figura contém dois *QR Codes* com os parâmetros para a criação de sinalização em documentos táteis.

O software fatiador utilizado para realizar as impressões dos modelos foi o *Ultimaker Cura 5.4.0* e a impressora foi a *Creality Ender 3*, com as configurações de impressão representadas na tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Configurações do *Ultimaker Cura* para impressão dos modelos de relevo

Configurações do Ultimaker Cura 5.4.0 para impressão dos modelos de relevo	
Impressora	Creality Ender 3
Bico	0.4mm
Altura de camada	0.12mm
nº de paredes	2
Camadas Superiores	4
Camadas Inferiores	3
Preenchimento	20%
Padrão do preenchimento	Cúbico
Material	PLA
Temperatura de impressão	200°C
Temperatura da mesa	60°C
Velocidade de impressão	60 mm/s

Fonte: Elaborado pelo autor

Foi decidido, antes da impressão das placas, que o ideal seria realizar uma avaliação em diferentes tamanhos de modelos de relevo, para que as placas fossem impressas com a devida proporção do tamanho escolhido, poupando material e tempo de impressão.

4 TERCEIRA FASE: CICLO DE AVALIAÇÕES, CORREÇÕES E (RE)AVALIAÇÕES

Com base em Cerqueira e Ferreira (2000), buscando alcançar a eficiência na utilização dos recursos didáticos, tanto para crianças com deficiência visual ou videntes, os critérios que foram avaliados são:

- Tamanho: os materiais devem ser confeccionados ou selecionados em tamanho adequado às condições dos alunos.
- Significação Tátil: o material precisa possuir um relevo perceptível e, tanto quanto possível, constituir-se de diferentes texturas para melhor destacar as partes componentes.
- Aceitação: o material não deve provocar rejeição ao manuseio, fato que ocorre com os que ferem ou irritam a pele, provocando reações de desagrado.
- Estimulação Visual: o material deve ter cores fortes e contrastantes para melhor estimular a visão funcional do aluno deficiente visual.
- Fidelidade: o material deve ter sua representação tão exata quanto possível do modelo original.
- Facilidade de Manuseio: os materiais devem ser simples e de manuseio fácil, proporcionando ao aluno uma prática utilização.
- Resistência: os recursos didáticos devem ser confeccionados com materiais que não se estraguem com facilidade, considerando o frequente manuseio pelos alunos.
- Segurança: os materiais não devem oferecer perigo para os educandos.

A avaliação inicial dos recursos didáticos foi realizada em dois momentos com voluntários, sendo a primeira com dois estudantes videntes do Ensino Médio e a segunda com um adulto com deficiência visual cursando em Ensino Superior. O objetivo das avaliações foi analisar se os modelos impressos conseguiam transmitir as informações pretendidas, neste caso, a forma do relevo. Além de descobrir se as texturas resultantes do processo de impressão são agradáveis ao toque. Foram

entregues modelos de diferentes tamanhos (10cm^2 , $12,5\text{cm}^2$ e 15cm^2) para verificar qual seria o tamanho ideal para o material.

Após uma breve explicação sobre os recursos, os dois alunos videntes conseguiram identificar quais eram as formas representadas sem dificuldade, além de apresentarem um aumento no interesse pela explicação enquanto manuseavam os modelos (figura 24).

Figura 24: Avaliação dos modelos por aluno do ensino médio.



Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura apresenta um adolescente segurando uma maquete de cordilheira com as mãos enquanto está apoiado em uma mesa, sobre a mesa encontram-se duas maquetes, uma de montanha e outra de ilha.

A aplicação com o voluntário com deficiência visual ocorreu com o apoio do CAP de Londrina/PR (Centro de Apoio Pedagógico para atendimento às pessoas com deficiência visual) (figura 25).

Figura 25: Avaliação dos modelos por voluntário com deficiência visual.



Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura apresenta uma pessoa tateando quatro maquetes de diferentes tamanhos que reproduzem diferentes relevos.

Após uma breve explicação sobre os recursos didáticos e quais os objetivos esperados. Com o auxílio de uma descrição, foi possível para o voluntário identificar e distinguir cada um dos modelos impressos.

Em ambas avaliações, a textura dos materiais foi considerada agradável ao toque, em relação ao tamanho, os modelos com 10cm² foram considerados muito pequenos para a quantidade de detalhes presentes e os modelos com 15cm² apresentaram problemas para o manuseio, também foi levantado pelo voluntário com deficiência visual que as maquetes com 15cm² foram mais difíceis de se entender por ele não conseguir criar uma imagem mental de toda a peça com a facilidade que teve com as peças de 12,5cm², que se mostrou ideal para o manuseio.

Com o tamanho dos modelos escolhido, foi possível identificar que o primeiro modelo da placa não seria viável, por conta do tamanho da mesa de impressão e uma má distribuição dos elementos na própria placa. Sendo assim, um segundo modelo de placa foi desenhado utilizando o *TinkerCAD* (figura 26).

Figura 26: Protótipo da segunda versão da placa

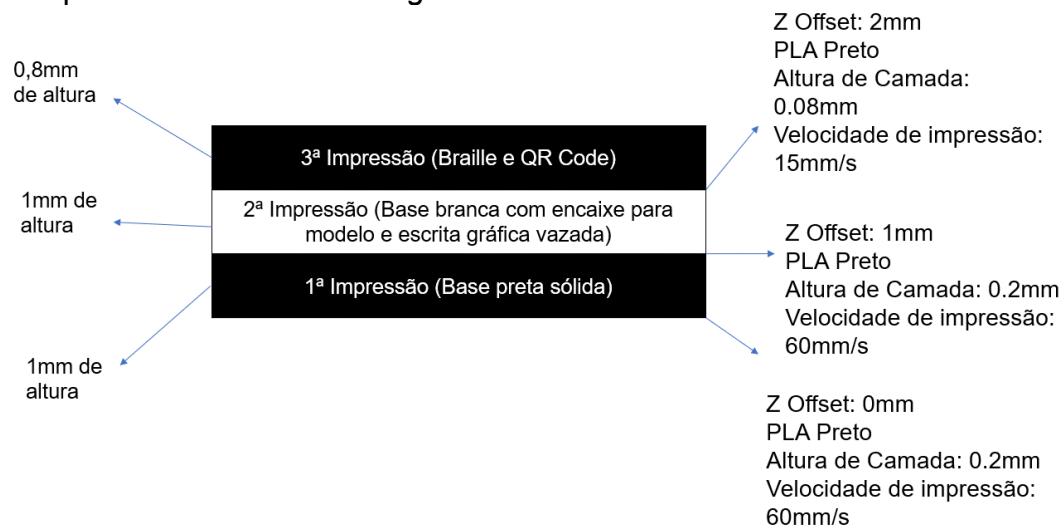


Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura apresenta a segunda versão da placa branca onde serão fixados os diferentes elementos do recurso, com um espaço para encaixar maquete de relevo está na parte superior e o QR, nome do relevo em escrita gráfica e em braille estão na parte inferior em preto.

A segunda versão da placa foi modelada com 15 centímetros de largura, 18 centímetros de comprimento e 2,8 milímetros de altura, com os cantos arredondados para evitar acidentes, pensado para ser impresso em duas cores, criando um contraste que facilitasse a leitura, além de dispensar a pintura posterior da placa buscando destacar o *QR Code*. Para criar uma impressão multicolorida em uma impressora que suporta apenas um filamento por vez, foi preciso mudar algumas configurações no *software* fatiador, sendo a primeira delas a instalação de um complemento gratuito, o *Z Offset Setting*, encontrado dentro do próprio *software*, que permite alterar a altura com que as impressões se iniciam. Em seguida, foi preciso configurar para que cada impressão se iniciasse na altura em que a parte de baixo havia terminado, possibilitando que a impressão da placa fosse feita em três momentos diferentes (figura 27) sem precisar retirar a peça da impressora.

Figura 27: Esquema de impressão multicolorida utilizando o complemento *Z Offset Setting*



Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da figura: A figura apresenta um esquema retangular dividido em três partes, representando os diferentes elementos do recurso didático junto das configurações para a impressão de cada um deles.

A segunda versão da placa foi avaliada pelas funcionárias do CAP de Londrina/PR, com o foco na legibilidade da escrita em braille criada pela impressora 3D e o contraste da escrita gráfica. A textura, tamanho e rigidez da placa foram consideradas adequadas, porém, apesar de ser legível, a escrita em braille possuía uma textura grosseira, devido a forma com que as camadas de plástico foram depositadas durante a impressão, também foi sugerido que bordas pretas fossem adicionadas ao redor da placa e no limite dos modelos, para facilitar a compreensão por parte de alunos com baixa visão.

Devido as configurações da impressora 3D *FDM*, o tamanho do menor ponto que pode ser criado horizontalmente é ligado ao tamanho do bico de impressão que se usa, nesse caso foi utilizado um bico de 0.4mm, o que resulta em uma impressão grosseira de objetos muito pequenos. Somado a isso, como a altura de cada ponto braille é muito baixa (0,8mm), são criadas poucas camadas de material, resultando em uma forma menos arredondada do que o ideal.

Para solucionar o problema da resolução e qualidade de impressão dos pontos braille e do *QR Code*, além de adicionar as bordas para melhor contraste, foi desenhada uma terceira versão da placa (figura 28), agora com a parte branca tendo encaixes também para o braille e o *QR Code*, com 15 centímetros de largura, 20 centímetros de comprimento e 2,8 milímetros de altura.

Figura 28: Protótipo da terceira versão da placa com as partes desencaixadas (esquerda) e encaixadas (direita)



Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura apresenta a terceira versão da placa e maquete tátil, a placa com as partes (*QR Code*, maquete e braille) desencaixadas a esquerda e a placa com as partes encaixadas. O recurso é formado por uma placa branca com bordas arredondadas e margens pretas, com um *QR Code* e nome da forma de relevo gráfico em preto, o braille e maquete foram feitos em branco.

Com o *QR Code* e o braille podendo ser impressos separados, foi possível reduzir a chance de erro ao longo da impressão pela quantidade de pequenos detalhes e possibilitar que a escrita em braille seja impressa de forma vertical, aumentando a quantidade de camadas que formam os pontos e, por consequência, aumentando a resolução da peça. Manteve-se o mesmo esquema de impressão

multicolorida da segunda versão da placa (figura 29) e como o QR Code será produzido separado, ele também será impresso usando o *Z Offset Setting*.

Figura 29: Esquema de sobreposição de camadas pretas e brancas da terceira versão da placa



Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura apresenta o esquema de sobreposição dos elementos da placa tátil, demonstrando como os diferentes elementos serão impressos separados e em diferentes cores (preto e branco).

Por fim, as maquetes foram pintadas utilizando pinças e tintas acrílicas, afim de reproduzir com fidelidade os elementos representados, buscando tornar o material mais atrativo e didático, tanto para alunos videntes quanto para os com baixa visão (figura 30 e 31).

Figura 30: Modelos de relevo pintados



Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura apresenta as doze maquetes táteis de relevo dispostas em cima de uma caixa de papelão após serem pintadas com tintas acrílicas em tons de azul, marrom e bege.

Figura 31: Recursos didáticos com a placa em sua terceira versão e os modelos pintados



Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura apresenta as doze placas com maquetes táteis produzidas na pesquisa por meio da impressão 3D. Na primeira linha, da esquerda para direita: Escarpa, Planície, Península e Montanha. Na segunda linha, da esquerda para direita: Istmo, Baía, Depressão e Arquipélago. Na terceira linha, da esquerda para direita, Ilha, Morro, Cordilheira.

A tabela 3 mostra uma média da quantidade de filamento gasto na impressão dos recursos didáticos, levando em consideração os modelos mais rápidos para impressão e os mais demorados, variação essa que é explicada pelo volume variado entre os doze modelos escolhidos.

Tabela 3: Tempo de impressão, consumo de filamento e custo das impressões 3D

Tempo de impressão, consumo de filamento e custo das impressões 3D				
	Placas Base	Braille	QR Code	Maque
Tempo de impressão	De 5 a 6 horas	De 30 a 35 minutos	De 50 a 60 minutos	De 3 a 9 horas
Filamento gasto	Entre 48 e 50g	Entre 3 e 5g	Entre 5 e 6g	Entre 37 a 85g
Custo de impressão*	De R\$5,00 a R\$5,26	De R\$0,32 a R\$0,53	De R\$0,53 a R\$0,64	De R\$3,38 a R\$8,89

Valor calculado por meio do site Calculadora de Custos de Impressão 3D – Acelera 3D, tendo como base o mês de novembro/23 na cidade de Londrina/PR e o valor de 1Kg de filamento PLA por 100 reais.

Fonte: Elaborado pelo autor

A avaliação da terceira versão da placa, agora com os modelos pintados, ocorreu com um grupo de oito adultos com deficiência visual que estavam no processo de alfabetização em braille, com o apoio da Secretaria de Direitos da Pessoa com Deficiência de Avaré/SP e o projeto “Redescobrindo um novo olhar”. O grupo possui uma faixa etária entre trinta e setenta e três anos, com diferentes tipos de deficiência visual, com variados graus de visão residual e diferentes níveis de escolaridade. Devido a impossibilidade de responder o questionário de punho próprio, alguns dos voluntários optaram por darem suas respostas em formato de áudio.

Por se tratar de um grupo heterogêneo, as respostas em relação ao contato anterior com *QR Code* foi variada, com a maioria não tendo utilizado a tecnologia. Todos já haviam tido contato com recursos didáticos adaptados depois de adultos, no projeto da Secretaria, mas não quando em idade escolar. O uso do celular diariamente foi unânime, pois os aparelhos são utilizados com aplicativos de acessibilidade em situações do cotidiano e pedagógicas. Apenas dois dos avaliadores já haviam tido contato com a impressão 3D, mas nenhum em âmbito pedagógico.

A avaliação se iniciou com uma explicação sobre os materiais e os objetivos pretendidos, em seguida, os avaliadores puderem manusear todos os modelos (figura 32). Após o primeiro contato, foi feita uma explicação sobre cada uma das formas de relevo, onde os modelos foram passados individualmente, ilustrando o conteúdo explicado (figura 33).

Figura 32: Primeiro contato com os recursos por turma de adultos com deficiência visual



Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura apresenta as mãos de quatro pessoas sentadas ao redor de uma mesa marrom de madeira, as pessoas estão com suas mãos tateando seis maquetes com placa tátil dispostas em cima da mesa.

Figura 33: Avaliação do modelo de uma depressão por uma avaliadora adulta com deficiência visual.



Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura apresenta as duas mãos de uma mulher tocando a maquete da Depressão, que está apoiada em cima de uma mesa marrom de madeira.

O braille impresso nos materiais foi considerado legível e agradável ao toque (figura 34) e o contraste de cores nas maquetes e nas placas possibilitou o melhor entendimento das informações pelos avaliadores com baixa visão.

Figura 34: Avaliação do braille impresso pelo professor de braille com deficiência visual.



Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura apresenta, com foco nas mãos, um homem vestindo uma camisa azul e calça cinza, segurando a maquete com placa tátil da Montanha com uma mão, enquanto com a outra lê a legenda em braille na parte de baixo da maquete.

Os avaliadores com baixa visão possuíam aparelhos celulares e foram capazes de escanear e acessar as legendas expandidas nos QR Codes de forma autônoma, compartilhando as informações com os colegas que não conseguiam. A descrição em áudio obteve uma resposta positiva por todos os avaliadores e as letras brancas apresentaram um contraste que facilitou a leitura.

Em seguida, os recursos didáticos foram avaliados por um professor de Geografia e um aluno do Ensino Médio com baixa visão de uma escola pública.

O aluno com baixa visão se encontrava em fase de alfabetização em braille, já havia tido contato com recursos didáticos adaptados na escola, como mapas, globos e livros táteis, porém não havia tido contato com maquetes e apesar de já ter utilizado o celular em sala de aula para fins pedagógicos e achado a experiência útil, ainda não havia o usado com QR Codes. Ele já conhecia a tecnologia da impressão 3D, mas nunca tinha tido contato com nenhum objeto impresso. Quando questionado sobre as aulas sobre forma de relevo, o aluno confirmou que teve esse conteúdo e seu professor havia confeccionado mapas táteis para auxiliar a explicação.

Em relação ao professor, quando questionado sobre os recursos didáticos que utiliza em suas aulas de forma de relevo, sua resposta foi que utiliza mapas, imagens de satélite, fotos e maquetes. Segundo o professor, o uso de maquetes em sala de aula melhora a compreensão do conteúdo por parte dos alunos. A utilização de tecnologia em sala de aula foi destacada pelo professor, incluindo o uso pedagógico do celular, que se apresenta como uma experiência muito boa para ele. Os QR Codes também são utilizados pelo professor, tanto os produzidos por ele quanto os que encontra prontos. Quando questionado sobre a impressão 3D, o professor respondeu conhecer a tecnologia e já a utilizou, tendo uma experiência satisfatória. Em seus 26 anos de magistério, o professor já teve alunos com deficiência visual em sala de aula e possuía recursos disponíveis na escola.

Os recursos didáticos foram considerados agradáveis ao toque pelos dois avaliadores, com o relevo sendo bem perceptível e o contraste das cores destacado, não houveram dificuldades em relação ao uso (figura 35).

Figura 35: Avaliação do recurso didático pelo aluno com baixa visão



Fonte: Acervo do autor

Descrição da figura: A figura apresenta uma criança vestindo uma camiseta polo listrada e um blusa de moletom no canto esquerdo da imagem, tocando a maquete com placa tátil do Istmo, que está em cima de um caderno ampliado para pessoas com baixa visão, ao lado de um apontador de lápis azul, um lápis de escrever e um celular.

O aluno com baixa visão considerou os recursos com tamanho apropriado, mas o professor apontou que o tamanho das maquetes era pequeno para se trabalhar com a sala toda de uma vez, acreditando que um tamanho maior seria o ideal para o uso coletivo.

A última avaliação foi realizada por um professor de Geografia e dois estudantes videntes de escola pública.

Os dois estudantes já haviam tido contato com maquete em sala de aula, principalmente as feitas de forma artesanal, com isopor e E.V.A, também já tiveram contato com os *QR Code*, que se encontram em todo o material impresso disponibilizado pelo estado de São Paulo para rede pública de ensino. Devido ao grande número de *QR Codes* nos livros didáticos, os alunos responderam que utilizam o celular em sala de aula com frequência, porém a instabilidade da internet na escola ocasionalmente cria problemas para sua utilização. Os dois alunos já haviam tido aulas sobre formas de relevo na escola, utilizando principalmente fotos e vídeos no projetor de slides para exemplificação do conteúdo.

Para o professor, o ensino do conteúdo de formas de relevo é ministrado com auxílio de uma série de recursos e materiais, como notebooks, projetores, mapas,

maquetes e atlas. A utilização de maquetes é algo recorrente, principalmente maquete topográfica ou modelos virtuais em 3D que são exibidos com auxílio da televisão ou projetor, para ele, o uso de maquetes é produtivo, além de aumentar o engajamento das turmas. O uso de tecnologia em sala de aula reflete a realidade dos professores da rede pública estadual de São Paulo, tendo o uso obrigatório de materiais digitais, essa realidade apresenta diversas possibilidades e dificuldades, como a desgastante tarefa de habituar os alunos para utilização para fins pedagógicos de celulares e notebooks, além dos problemas enfrentados pela disponibilidade de internet nas escolas, ou falta dela.

Tanto o professor quanto os alunos já haviam tido contato com impressoras 3D em suas escolas, porém encontraram dificuldades em utiliza-las. Em relação aos recursos didáticos, o tamanho das placas e modelos, o relevo, o contraste, as cores e a legenda expendida se mostraram satisfatórios. Nesta ultima avaliação, os voluntários não encontraram problemas durante a utilização dos recursos.

5 QUARTA FASE: CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por novas metodologias, materiais e recursos didáticos para abordagens inclusivas em sala de aula é uma busca constante, tendo em mente que os desafios e realidades dos alunos estão em constante mudança em nossa sociedade. É preciso que o trabalho de investigação, apoiando-se naqueles que vieram antes de nós, continue também em constante mudança.

Os recursos didáticos produzidos nesse trabalho apresentaram-se de forma satisfatório ao final de todo o ciclo de testes e reformulações, tendo obtido resultados positivos tanto com alunos com deficiência visual ou videntes, facilitando com que aja uma maior interação em sala de aula durante o seu uso. Com base nos testes e fala dos professores, contudo, percebeu-se que os recursos funcionam mais para aplicações individuais ou em pequenos grupos, devido a seu tamanho reduzido, onde seria interessante a produção de modelos de relevo maiores para que o professor possa apresentar os conceitos para toda uma turma por vez. A produção de modelos em tamanho ampliado para complementação dos recursos produzidos com essa pesquisa se apresenta como uma possibilidade de um futuro trabalho, continuando o desenvolvimento do tema.

As possibilidades de aplicação da tecnologia de impressão 3D na educação utilizando modelos já prontos, são muito variadas, mas podem se tornar ainda mais amplas se levarmos em consideração a possibilidade de produzir seus próprios modelos utilizando softwares de modelagem. Escolas e educadores, com essa tecnologia, podem produzir os materiais de acordo com suas demandas e necessidades, em um curto período de tempo. Mas é preciso se atentar ao fato de que as impressoras 3D não são máquinas milagrosas capazes de resolver todos os problemas em relação a produção de recursos didáticos e nem de que elas substituirão as técnicas tradicionais, já muito bem consolidadas e aprovadas.

Segundo Novak e Wisdom (2018), o simples uso da impressão 3D não traz mais ganhos significativos na aprendizagem, mas que ela é um elemento motivador que pode despertar a atenção dos alunos. A impressão 3D e a tecnologia como um todo, devem ser vistas como ferramentas a mais, compondo o arsenal de técnicas e metodologias disponíveis para professores e pesquisadores, que podem e devem

soma-las as técnicas variadas, adaptando-se a cada situação enfrentada.

O uso da impressão 3D para a produção de materiais didáticos se torna cada vez mais uma realidade e uma possibilidade, já que o custo das máquinas tem se tornado cada vez menor. Os recursos produzidos nesse trabalho tiveram em média um custo de R\$ 10,00 a R\$ 15,00, o que é bem menor do que se os mesmos materiais tivessem de ser comprados. Hoje, no estado de São Paulo, a quantidade de escolas públicas que possuem impressoras 3D vem aumentando, o que facilita ainda mais a produção local de tais recursos. Porém, apesar de estar se tornando mais simples e barato com o tempo, ainda necessita de uma quantidade significativa de horas de estudo por parte dos professores, além de soluções criativas para conseguir implementar os objetos produzidos na resolução dos problemas encontrados em âmbito escolar. Para que isso aconteça de forma satisfatória, A impressão 3D, segundo Sullivan e McCartney (2017), deve ser combinada com o conteúdo, fundamentada na prática de desenvolvimento apropriada e integrada sistematicamente na formação dos novos professores.

Em relação ao uso do *QR Code* como forma de dinamizar a disponibilização de informações no recurso didático, foi possível perceber que é uma tecnologia cada vez mais abrangente, que permite acrescentar informações diversas, que não seriam possíveis de forma tradicional, como vídeos e áudio. A gratuidade na geração e implementação também se apresenta como um ponto positivo, pois democratiza o acesso à tecnologia. Porém, como observado nas falas dos alunos e professores, a dependência da internet para o acesso as informações nos recursos podem muitas vezes se tornar um impeditivo para o uso completo dos mesmos, já que na realidade das escolas públicas do estado de São Paulo, a infraestrutura disponível muitas vezes encontra-se aquém do ideal.

Ao longo da pesquisa foi possível identificar que a metodologia *DBR* foi a escolha que melhor atendia as necessidades do trabalho, por sua natureza ligada a experimentação e correção de protótipos buscando criar novos produtos, porém, é uma metodologia ainda pouco difundida no Brasil, o que acarretou em uma série de dificuldades em relação a busca por materiais de apoio sobre o tema.

Espera-se que os resultados apresentados nessa pesquisa apontem para oportunidades mais democráticas de acesso e produção de recursos universais,

abertos e replicáveis. Universais por serem para todos, com deficiência ou não; Aberto, pelo ponto de vista do compartilhamento digital em sites que podem ser acessados e usados de forma gratuita; e Replicável, pois o mesmo modelo pode ser impresso mais de uma vez por diferentes pessoas, quem tem total liberdade de realizar adaptações e modificações, garantindo maior acesso e uso.

Todos os modelos tridimensionais digitais produzidos ao longo dessa pesquisa serão disponibilizados sob a licença CC BY-NC-SA 4.0³, que permite o compartilhamento, redistribuição e adaptação dos modelos, desde que sejam atribuídos créditos apropriados, não tenha fins comerciais e os modelos criados a partir deles tenham a mesma licença que o original.

³ Licença Creative Commons. Disponível em: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.pt-br>

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIABRASIL. **Cresce o número de estudantes com necessidades especiais.** 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2019-01/cresce-o-numero-de-estudantes-com-necessidades-especiais>. Acesso em 18 de fevereiro de 2023;
- AFONSO, A. E.; ARMOND, N. B. REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE GEOGRAFIA FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO. In: X Encontro Nacional de Prática de Ensino em Geografia, 2009, Porto Alegre. **Anais do X Encontro Nacional de Prática de Ensino em Geografia**. Porto Alegre: UFRGS, 2009
- AGUIAR, L. D. C. D. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3d na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências.** 2016. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, São Paulo, 2016.
- ALENCAR, F. de. A Virtualidade no Projeto do Produto e a Prototipagem Rápida no Design. In: **6o. Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**. São Paulo, 2004.
- ALMEIDA, R. A. A cartografia tátil no ensino de geografia: teoria e prática. In: ALMEIDA, R. D. (Org). **Cartografia Escolar**. 2.ed. São Paulo: Contexto, 2011;
- ALMEIDA, R. A. de; CARMO, W. R; do; SENA, C. C. R. G. de. Técnicas Inclusivas de Ensino de Geografia (capítulo 16), In: VENTURI, L. A. B. **Geografia – Práticas de Campo, Laboratório e Sala de Aula**. São Paulo: Editora Sarandi, 2011.
- ALMEIDA, R. D. **Do desenho ao mapa:** iniciação cartográfica na escola. Rosângela Doin de Almeida. 4 ed. – São Paulo: Contexto, 2002;
- _____.; PASSINI, E. **O Espaço Geográfico:** Ensino e Representação. 8.ed. São Paulo: Ed. Contexto. 1989;
- ALVES, I. O. M. **Kit de complementação pedagógica para crianças deficientes visuais utilizando a tecnologia de impressão 3D.** 2018, 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Comunicação Visual Design) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.
- ANDRADE, D. P. de. IACHEL, G. A elaboração de recursos didáticos para o ensino de Astronomia para deficientes visuais. in: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis. Atas. Florianópolis: Abrapec, 2017.
- ARAUJO, N. S. **Desenvolvimento de símbolos para mapa tátil indoor a partir de impressora 3D.** 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal Da Bahia, Salvador, Bahia, 2018.

ARAUJO, M. D. X.; SANTOS, D. M. dos. Fotografia Tátil: desenvolvimento de modelos tátteis a partir de fotografias com a utilização de impressora 3D. **Revista Brasileira de Design da Informação - Infodesign**, São Paulo, v. 12, n. 1, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050:2020. **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, p.147. 2020.

BARAB, S.; SQUIRE, K. Design-based research: putting a stake in the ground. **Journal of the Learning Sciences**, v. 13, n. 1, p. 1-14, 2004.

BARROS, D. M. V. EAD, Tecnologias e TIC: Introduzindo os aspectos didáticos e pedagógicos do tema. IN: YONEZAWA, W. M; BARROS, D. M. V. (Org.) **Ead, tecnologias e TIC**. São Paulo: Cultura Acadêmica; Marília: Oficina Universitária, 2013.

BASNIAK, M. I.; LIZIERO, A. R. A IMPRESSORA 3D E NOVAS PERSPECTIVAS PARA O ENSINO: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos. **Revista Observatório**, [S. I.], v. 3, n. 4, p. 445–466, 2017. Disponível em: <https://sistemas.uff.edu.br/periodicos/index.php/observatorio/article/view/3321>. Acesso em 15 junho 2023.

BEHERENS, M. A. Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente. In: MORAN, J. M. (Org). **Novas tecnologias e mediação pedagógica**, Campinas: Papirus, 2000;

BEM, G. de; TREVISAN PUPO, R. Parâmetros de Fabricação de Símbolos para Mapas Táteis. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. I.], v. 71, n. 4, p. 983–1013, 2019.

BLIKSTEIN, P. **Digital fabrication and ‘making’ in education: the democratization of invention**. Stanford: Stanford University, 2013;

BORGES, J. A; FREITAS, M. I. C. de; VENTORINI, S. E; TAKANO, D. F. Mapavox – Um sistema para a criação de maquetes tátteis para pessoa com deficiência visual. In: FREITAS, M. I. C. de; VENTORINI, S. E. **Cartografia Tátil: orientação e mobilidade às pessoas com deficiência visual**. Jundiaí, Paco Editorial: 2011;

BRASIL. **Decreto Nº 5.296 De 2 De Dezembro De 2004**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm. Acesso em 14 outubro 2022;

_____. **Decreto Nº 7.611, De 17 De Novembro De 2011**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7611.htm. Acesso em 14 outubro 2022.

_____. **Presidência da República - Casa Civil. Lei nº 13.146 de julho de 2015.**

2015.

_____. **Grafia Braille para a Língua Portuguesa**. Brasília-DF, 2018, 3^a edição. 95p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2018-pdf/104041-anexo-grafia-braille-para-lingua-portuguesa/file>>. Acesso em 17 de abril de 2022;

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Básica 2023: notas estatísticas**. Brasília, DF: Inep, 2024.

BUENO, J.G.S. As políticas de inclusão escolar: uma prerrogativa da educação especial? In: BUENO, J.G.S.; MENDES, G. M. L.; SANTOS, R.A. **Deficiência e escolarização: novas perspectivas de análise**. Araraquara: Junqueira e Marin; Brasília: CAPES, 2008. p. 43-63;

BUSWELL, R. A.; SOAR, R. C.; GIBB, A. G. F.; THORPE, A. Freeform construction: mega-scale rapid manufacturing for construction. In: **Automation in construction**, n.16, 2007. p.224-231.

CARLETTI, A. C.; CAMBIAGHI, S. S. **Desenho Universal: um conceito para todos**. 2009. Disponível em: <https://www.maragabril.com.br/wp-content/uploads/2016/01/universal_web-1.pdf>. Acesso em 17 de julho de 2023;

CARMO, W. R. **Cartografia tátil escolar: experiências com a construção de materiais didáticos e com a formação continuada de professores**. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

_____; SENA, C. C. R. G. A Cartografia e a Inclusão de Pessoas com Deficiência Visual na Sala de Aula: construção e uso de mapas tátteis no LEMADI DG - USP. In: **Anales del 12º Encuentro de Geógrafos de América Latina**. Montevideo: EasyPlanners, 2009. v. 1;

CASTROGIOVANNI A.C. (Org.). **Ensino de geografia: práticas e textualizações no cotidiano**. Porto Alegre: Mediação, 2000;

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, M. A. Os recursos didáticos na educação especial. Rio de Janeiro: **Revista Benjamin Constant**, 15^a ed., abril de 2000.

CHICCA JÚNIOR, N. A. **A integração da impressora 3D FDM no processo ensino-aprendizagem da prática projetual de design**. 2017. Tese (Doutorado) - Design, UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Recife, 2017.

CLAVAL, P. **A Geografia Cultural**. Florianópolis: Editora da UFSC. 1999;

COLMAN, C. B. **Utilização do aplicativo QR CODE no ensino de ciências. Trabalho de conclusão de curso**. Especialização em Informática Instrumental.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS. 2019;

COMISIÓN BRAILLE ESPAÑOLA. **Documento técnico V 4-1:** Marcas táctiles para la correcta localización de códigos QR en documentos impresos en papel o cartoncillo. v.1. 2020. Disponible em: <<https://www.once.es/servicios-sociales/braille/comision-braille-espanola/documentos-tecnicos/documentos-tecnicos-relacionados-con-otras-materias/documentos/v4-1-codigos-qr-en-papel-o-cartoncillo-v1>>. Acesso em 15 de março de 2023.

CORRÊA, T. A. F. **Ensino De Cartografia Em Aulas Inclusivas para Pessoas Com Deficiência Visual E Alunos Normovisuais:** Atividades didáticas com mapas e maquetes táteis de abordagem Geográfica, Histórica e Ambiental. Trabalho de conclusão de curso. Curso de Geografia. UNESP/Campus de Rio Claro. Rio Claro/SP. 2018;

CORTÉS, H. A importância da tecnologia na formação de professores. **Revista Mundo Jovem**, Porto Alegre, n. 394, março de 2009, p.18;

COSETTI, Melissa C. **Como funciona uma impressão 3D.** Tecnoblog, 2018. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/como-funciona-impressora-3d/>. Acesso em 17 de abril de 2023;

CUSTÓDIO, G. A.; NOGUEIRA, R. E. O aporte da Cartografia Tátil no ensino de conceitos Cartográficos para alunos com deficiência visual. **Revista Brasileira de Cartografia**, nº 66/4, p. 757-772, 2014.

DEPARTMENT FOR EDUCATION. **3D printers in schools:** uses in the curriculum. Enriching the teaching of STEM and design subjects. United Kingdom. 2013, 24p. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/251439/3D_printers_in_schools.pdf. Acesso em 11 março de 2023;

ESTEVES, J.; LENCASTRE, J. A. Criação de recursos didáticos para quadros interativos multimédia. In: **Atas do XII Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia**. Braga: Universidade do Minho, 2013

ENGIPRINTERS. **O Que é e Como Funciona a Impressão SLA?** 2019. Disponível em: <https://engiprinters.com.br/o-que-e-e-como-funciona-a-impressao-sla-d90/>. Acesso em 18 de abril de 2023;

FARIA, I. S. S. **Geração de mapa tátil da UFRRJ em impressora 3d FFF para orientação e navegação de pessoas com deficiência visual.** 2019. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica) - UFRRJ. Seropédica, 2019.

FELTCHER, C. D O.; FERREIRA, A. L. A.; FOLMER, V. Da pesquisa-ação à pesquisa participante: discussões a partir de uma investigação desenvolvida no facebook.

Experiências em Ensino de Ciências, v12, n7, 2017.

FIORINI, M. L. S.; MANZINI, E. J. Procedimentos para descrição de figuras em texto impresso visando à acessibilidade para pessoas cegas: um estudo a partir de um livro de educação física adaptada. **Revista Educação em Questão** (UFRN. Impresso), v. 38, p. 164-183, 2010.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de Satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2003;

FORD, S. Additive manufacturing technology: Potential Implications for U.S. Manufacturing Competitiveness. **Journal of International Commerce & Economics**, p. 1-35, 2014;

FONSECA, R. L.; TORRES, E. C. Evidenciando o sistema de inclusão escolar por aqueles que vivem esse sistema. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 2, p. 27-43, 2012.

FRANCISCHETT, M. N. **A Cartografia no ensino de Geografia**: a aprendizagem mediana. 20^a Ed. Cascavel – Paraná: Edunioeste, 2004;

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação**. Ed. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1979;

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008

GIL, M. **Deficiência Visual. Brasília: MEC**. Secretaria de Educação a Distância, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/deficienciavisual.pdf>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2023;

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr., 1995

GONÇALVES, H. A. F; SOUSA, G. M; FILHO, D. L. Construção de Maquetes Topográficas para o Ensino de Cartografia e Geomorfologia Através da Impressão 3D. In: **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ - Vol. 42 - 3 / 2019** p. 202-206. 2019;

HAMZE, A. **Linguagem Audiovisual e a Educação**. 2010. Disponível em: <https://educador.brasilescola.uol.com.br/gestao-educacional/linguagem.htm>. Acesso em 17 de janeiro de 2023;

HUANG, P. H.; LIU, P.; MOKASDAR, A.; HOU, L. Additive manufacturing and its societal impact: a literature review. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 67, n. 5-8, p. 1191-1203, 2013;

JORDÃO, B. G. F. **Cartografia tátil na educação básica: os cadernos de geografia e a inclusão de estudantes com deficiência visual na rede estadual de São Paulo**.

2015. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015;

KALEFF, A. M. M. R. (Org.). **Vendo com as mãos, olhos e mente:** recursos didáticos para laboratório e museu de Educação Matemática inclusiva do aluno com deficiência visual. Niteroi: CEAD / UFF, 2016.

KENSKI, V. Educação e Internet no Brasil. **Cadernos Adenauer.** XVI. 133, 2015;

KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M. A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 1-16, 2017.

KNILL, O.; SLAVKOVSKY, E. **Thinking like Archimedes with a 3D printer.** arXiv, arXiv:1301.5027, 2013;

KUNAST, C. E. O uso de maquetes como metodologia de ensino em geografia: Relato de experiência no Colégio Estadual Adonis Morski. **XV Jornada do trabalho/UNICENTRO.** 2014.

LEMKE, R.; ZUCHI SIPLE, I.; BAR DE FIGUEIREDO, E. Oas para o ensino de cálculo: potencialidades de tecnologias 3D. **Renote**, v. 14, n. 1, 2016;

LINARDI, A. R.; GAROTTI, F. V.; RAMOS, F. S.; DAMIANI, V. A impressão 3D como suporte para o ensino das artes para deficientes visuais. In: **XIX Congresso da Sociedade Ibero-Americana de Gráfica Digital**, 2015, Florianópolis-SC. XIX Congresso da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital 2015. São Paulo-SP: Editora Edgard Blücher Ltda, 2015.

LOPÉZ, J. L. Facilitadores de la inclusión. **Revista Educación Inclusiva**, 5(1), 175-187. 2012.

MANZINI, E. J. **A entrevista na pesquisa social.** Didática, São Paulo, v. 26/27, p. 149-158, 1990/1991.

MASINI, E. A. F. S. A educação do portador de deficiência visual: as perspectivas do vidente e do não vidente. **Em Aberto**, Brasília, v.13, n.60, p.61-76, out-dez, 1993.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão Escolar:** O que é? Por quê? Como fazer? São Paulo: Moderna, 2006;

MATTA, A. E. R.; SILVA, F. P. S.; BOAVENTURA, E. Machado. Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. **Revista da FAAEBA:** Educação e Contemporaneidade [online]. 2014, vol.23, n.42, pp.23-36. ISSN 0104-7043. <https://doi.org/10.2014/jul.dezv23n42003>.

MCKENNEY, S.; REEVES, T. **Conducting educational design research**. Abingdon: Routledge, 2012.

MELLO, S. T. **Influência do tipo e da técnica de aplicação de agente infiltrantes na resistência mecânica de componentes produzidos por manufatura aditiva (3DP)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2017. Disponível em: < <https://bit.ly/3e52Xtl> >. Acesso em 14 de março de 2023;

MINAYO, M. C. de S. (Org.). **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa emsaúde**. 14ª ed. Rio de Janeiro: Hucitec, 2014. 408 p.

MONEREO, C; POZO, J. I. O aluno em ambientes virtuais: condições, perfil e competências. In: COLL C. & MONEREO C. **Psicologia da Educação Virtual**. São Paulo: Aramed, 2010;

MORAES, C.R., VARELA, S. **A motivação do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem**, 2006. Disponível em: http://web.unifil.br/docs/revista_eletronica/educacao/Artigo_06.pdf. Acesso em 08 de fevereiro de 2023;

MORANDINI, M. M; DEL VECCHIO, G. H. Impressão 3d, tipos e possibilidades: Uma revisão De Suas características, Processos, Usos E Tendências. **Revista Interface Tecnológica**, vol. 17, nº 2, dezembro de 2020, p. 67-77;

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. (Ed.). **Novas tecnologias e mediações pedagógicas**. 13. ed. São Paulo: Papirus, 2007;

MOUSTA. **O que é impressão 3D? Guia definitivo**. 2018. Disponível em: <https://www.mousta.com.br/o-que-e-impressao-3d/>. Acesso em 17 de março de 2023;

NASCIMENTO, R. Maquetes geográficas táteis e o ensino de geografia para deficientes visuais- DVs metodologia "Do meu passo para o espaço". In: **10º Encontro Nacional de Prática de Ensino em Geografia**. Porto Alegre, 2009.

NEGROMONTE, Emanuel. **Explicando o formato de arquivo STL para impressões em 3D**. 2017. Disponível em: <https://sempreupdate.com.br/o-que-e-formato-de-arquivo-stl-para-impressoes-em-3d/>. Acesso em: 06 de março de 2023;

NOVAK, E.; WISDOM, S. Effects of 3D Printing Project-based Learning on Preservice Elementary Teachers' Science Attitudes, Science Content Knowledge, and Anxiety About Teaching Science. **Journal of Science Education and Technology**, 27, n. 5, p. 412-432, October 01 2018;

NUNES, J. B. C.; CHAVES, J. B. Tecnologias digitais na educação superior: a analítica da aprendizagem e a Didática. In: CAVALCANTE, M. M. D.; SALES, J. A. M. de; FARIA, I. M. S. de; LIMA, M. S. L. (Org.). **Didática e prática de ensino: diálogos sobre a escola, a formação de professores e a sociedade**. 1ed. Fortaleza: EdUECE,

2015, v. 4, p. 347-358.

NUNES, R. B; VIEIRA, R. Um caminho para a inovação metodológica em sala de aula. Universidade Federal de Pelotas. **XVI Congresso de Iniciação Científica pesquisa e responsabilidade ambiental**. 2007.

OLIVEIRA, B. R. de; MALANSKI, L. M. O uso da maquete no ensino de geografia. **Extensão em foco**, Curitiba, n.2, p.181-189, jul./dez. 2008.

ONISAKI, H. H. C.; VIEIRA, R. M. B. Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. **REVISTA DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE ENSINO TECNOLÓGICO**, v. 5, p. 128-137, 2019.

PALAO, S. C. S.; ALMEIDA, M. V. L.; PATREZE, C. M. Desenvolvimento de modelos impressos em 3D para o ensino de ciências. **Revista ENCITEC**, v. 8, n. 3, 2018.

PERCÍLIO, R. R.; AFONSO, A. E. Materiais e métodos de abordagem à Geografia Física no Ensino Médio. In: **Anais do IX Encontro Nacional de Prática de Ensino de Geografia**. Universidade Federal Fluminense, 2007.

PIMENTEL, S. C. Formação de professores para a inclusão: Saberes necessários e percursos formativos. In: MIRANDA, T. G., GALVÃO FILHO, T. A. **O professor e a Educação Inclusiva: Formação, Práticas e Lugares**. Salvador: EDUFBA, 2012;

PINHO, F. V. A. **A utilização da impressão 3d na educação de alunos portadores de deficiência visual**. E-book VII CONEDU (Conedu em Casa) - Vol 02. Campina Grande: Realize Editora, 2021. p. 506-519.

PINZETTA, P.; FROSCH, R. Produção maker de material pedagógico com impressora 3D para pessoas com deficiência visual. In: PEROVANO, L. P; MELO, D. C. F. (Org.). **Práticas Inclusivas: saberes, estratégias e recursos didáticos**. 1. ed. Campos dos Goytacazes - Rj: Brasil Multicultural, 2019.

PISSINATI, M. C.; ARCHELA, R. S. Fundamentos da alfabetização cartográfica no ensino de geografia. In: **Geografia**, v. 16, n. 1, 2007.

PONTE, J. P. Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: que desafios?. **Revista Iberoamericana de educación**, Madrid, n. 24, p. 63-90, 2000;

PUPO, R. T. **A inserção da prototipagem e fabricação digitais no processo de projeto: um novo desafio para o ensino de arquitetura**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.

RAMSDEN, A. **The use of QR codes in Education: a getting started guide for academics**. Bath, U. K.: University of Bath. 2008;

REGANHAN, W. G. **Recurso e estratégia para o ensino de alunos com deficiências: percepção de professores.** Dissertação (mestrado). Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2006.

RIBAS, A. C.; OLIVEIRA, B. S.; GUBAUA, C. A.; REIS, G. R.; CONTRERAS, H. S. H. O uso do aplicativo QR Code como recurso pedagógico no processo de ensino e aprendizagem. **Ensaios Pedagógicos** (Curitiba), v. 7, p. 12-21, 2017.

RIBEIRO, D. A. **Uso de tecnologia em maquetes interativas como recurso inclusivo.** Trabalho de conclusão de curso. Curso de Geografia. UNESP/Campus de Ourinhos. Ourinhos/SP. Dezembro de 2019;

_____; SENA, C. C. R. G. Uso de tecnologias em maquetes interativas como recurso inclusivo. **Signos Geográficos**, v. 2, p. 1-22, 2020;

ROSS, J. D. T.; VOOS, I. C. O ensino de Ciências da Natureza para Estudantes Cegos: Uma análise nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, SC, 2017.

SÁNCHEZ, A. H.; SÁNCHEZ, C. E. T.; SANCHEZ, J. M. M.; MORENO, L. G. C. Modelos hapticos 3D para crianças com deficiência visual. Uma abordagem à cidade histórica. **Bitácora Urbano Territorial**, 30 (II): 47-60, 2020.

SANTOMÉ, Torres. **Curriculum escolar e justiça social:** O cavalo de Tróia da educação. Porto Alegre: Penso, 2013. P. 9-44;

SANTOS, D. V. dos. **Estudo das Propriedades Mecânicas de Compósitos a Base de Poli(I-ácido láctico) e NanoHidroxiapatita Obtidos por Extrusão.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia dos Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2011;

SANTOS, L. P.; MENEZES, V. S.; COSTELLA, R. Z. Por uma geografia do “custo zero”: práticas pedagógicas em sala de aula. **Revista FSA**, Porto Alegre, p. 1-14, mar. 2014.

SANTOS, T. P.; REIS, M. B. F. Educando na diversidade: o uso das tecnologias e a inclusão escolar. In: XII Congresso Nacional de Educação (EDUCERE), 2015, Curitiba. **Anais do XII Congresso Nacional de Educação - EDUCERE**, 2015. v. 1. p. 5312-5326;

SANTOS, T. R.; SILVA, S. C. R.; SZESZ JUNIOR, A. O Uso De Impressora 3D Na Inclusão De Deficientes Visuais Na Educação Matemática. In: XXV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR (SICITE), 2020, Toledo. **Anais do XXV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR (SICITE)**, 2020.

SCHUARTZ, A. S; SARMENTO, H. B. M. Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. **Revista Katálysis.**, Florianópolis, v. 23,

n. 3, p. 429-438, set./dez. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-02592020v23n3p429>. Acessado em 21 de junho de 2023.

SEELY, J. C. K. Digital fabrication in the architectural design process. 2004. 77 f. Dissertação (Master of Science in Architecture Studies) – Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Architecture, Massachusetts, 2004.

SENA, C. C. R. G. Cartografia tátil no ensino de Geografia: uma proposta metodológica de desenvolvimento e associação de recursos didáticos adaptados a pessoas com deficiência visual. 2008. Tese (Doutorado em Geografia). Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – USP. São Paulo, 2008.

_____ ; **CARMO, W. R. Cartografia Tátil: O Papel Das Tecnologias Na Educação Inclusiva.** **Boletim Paulista De Geografia**, v. 99, p. 102-123, 2018.

_____. Cartografia inclusiva: o potencial dos mapas táteis no ensino de geografia. **DIÁLOGOS E PERSPECTIVAS EM EDUCAÇÃO ESPECIAL**, v. 9, p. 127-144, 2022.

SILVA, A. L. E.; MORAES, J. A. R.; BENITEZ, L. B.; KAUFMANN, E. A. Impressão 3D: Análise da Evolução e Seus Impactos no Mundo Científico. **REVISTA FSA** (FACULDADE SANTO AGOSTINHO), v. 18, p. 124-144, 2021;

SILVA, E. R. M. O ENSINO DE GEOGRAFIA FÍSICA NA ESCOLA: uma proposta extensionista aplicada no curso de licenciatura em Geografia. **RLAHIGE**, Ilhéus - BA, p. 42 - 50, 18 dez. 2021.

SILVA, E. M. da. Maquete como recurso didático no ensino de geografia. 2012. Monografia apresentada ao Instituto Federal Minas Gerais, Campus Ouro Preto. Licenciatura em Geografia. Disponível em: <https://geografiaifmg.files.wordpress.com/2013/11/edina-maria-da-silva.pdf>. Acesso em: 20 de janeiro de 2023;

SILVA, F. P.; CALDOVINO, G. C. Produção de réplicas acessíveis de peças museológicas via impressão 3D por filamento termoplástico. In: **IV International Conference on Design, Engineering, Management for innovation**, 2015. Anais do IDEMi 2015. Florianópolis: UDESC, v.1, 2015.

SILVA, P. A.; VENTORINI, S. E.; CARVALHO, L. H. V. V.; ROCHA, P. H. Cartografia tátil: elaboração de material didático como apoio ao ensino/aprendizagem de geografia. In: **I SIMPÓSIO MINEIRO DE GEOGRAFIA**. Alfenas, 2014, p. 1916-1930;

SILVA, T. A. S. Ensino de Geociências em uma perspectiva inclusiva: panorama das iniciativas publicadas entre 2000 e 2020. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, UNICAMP. Campinas, SP. 102 p. 2022.

SILVA, T. S; LAZZARIN, J. R. Matemática Inclusiva: Ensinando Matrizes a Deficientes Visuais. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 118-126, 2017;

SIMIELLI, M. H; et al. Do plano ao tridimensional: a maquete como recurso didático. **Boletim Paulista de Geografia**. 70: 5-21. 1991

_____. Entender e construir mapas para crianças. **Colóquio – Cartografia para crianças**. Laboratório de ensino e material didático. São Paulo: FFLCH/USP, 1999

SLAVKOVSKY, E. A. **Feasibility Study For Teaching Geometry and Other Topics Using Three-Dimensional Printers**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Harvard, Cambridge, USA, 2012;

SOARES, C.; SANTOS, E. Artefatos tecnoculturais nos processos pedagógicos: usos e implicações para os currículos. In: LIBÂNEO, José Carlos; ALVES, Nilda (Orgs.). **Temas de pedagogia: diálogos entre currículo e didática**. São Paulo: Cortez, 2013;

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: **I ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, IV JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, XIII SEMANA DE PEDAGOGIA DA UEM**, Maringá, 2007. Arq. Mudi. Periódicos.

SULLIVAN, P.; MCCARTNEY, H. Integrating 3D printing into an early childhood teacher preparation course: Reflections on practice. **Jornal o Early Childhood Teacher Education**, 38, n.1, p. 39-51, 2017;

TEODORO, J. V; LOPES, J. M. Evolução e perspectivas da tecnologia em sala de aula e na formação docente. **Revista Educação e Fronteiras On-Line**, Dourados/MS, v.3, n.8, p.91- 104, mai./ago. 2013. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/educacao/article/view/3209/pdf_170> Acesso em: 29 janeiro de 2023;

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa - ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

TOLEDO, C. E. de; PEREIRA, D. R. Deficiência visual no Ensino Fundamental. **Simpósio de Educação**, 2., 2009, Lins. Anais. São Paulo: UNESP, 2009. p. 01-13.

TOLEDO, C. K; RIZZATTI, M. I. Modelos atômicos e a impressora 3D: proposta para a inclusão de alunos deficientes visuais no ensino de química. v. 3 n. 2. **Edição Especial 20º ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química (I)**, 2021.

VALENCIO, N. et al. Plano de Manejo de Resex-Mar: o apoio de maquetes interativas na vocalização dos direitos dos grupos tradicionais. **Seminário de gestão socioambiental para o desenvolvimento sustentável da aquicultura e da pesca no Brasil**, v. 3, 2009;

VASCONCELLOS, R. **A Cartografia tátil e o deficiente visual**: uma avaliação das etapas de produção e uso do mapa. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade

de São Paulo, São Paulo, 1993.

VENTORINI, S. H. **A Experiência como fator determinante na representação espacial do deficiente visual.** Volume II - A vivência em uma escola especial para deficientes visuais. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

VENTORINI, S. H. **A experiência como fator determinante na representação espacial do deficiente visual.** São Paulo: Ed. UNESP, 2009;

VIEIRA, L. S.; COUTINHO, C.P. **Mobile Learning:** Perspectivando o Potencial dos Códigos QR na Educação. Editora Universidade de Minho. Centro de Competência do Projeto Nónio Século XXI, 2013.

VOLPATO, N.; FERREIRA, C. V.; SANTOS, J. R. L dos. Integração da prototipagem rápida com o processo de desenvolvimento de produto. In: **Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações.** São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

XAVIER, A. V. O. **A inclusão da pessoa com deficiência na escola regular.** Web Artigos, Mato Grosso do Sul, p.1-17, nov./2012. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/a-inclusao-da-pessoa-com-deficiencia-na-escola-regular/98870/>. Acesso em 8 de fevereiro de 2023;

WISHBOX. **TUDO SOBRE IMPRESSÃO 3D: O QUE É, COMO FUNCIONA E TIPOS.** 2019. Disponível em: <https://www.wishbox.net.br/blog/impressao-3d/>. Acesso em 17 de fevereiro de 2023;

VEJA COMO É UTILIZADA A IMPRESSÃO 3D PARA LEITURA EM BRAILLE. 2016. Disponível em: <https://www.wishbox.net.br/blog/impressao-3d-para-leitura-em-braille/>. Acesso em 17 de junho de 2023;

WOHLERS, T.; GORNÉT, T. History of additive manufacturing. **Wohlers Report**, p. 1-34, 2016;

YAKMAN, G.; LEE, H. Exploring the exemplary STEAM Education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. **Journal of The Korean Association for Science Education**, 32, n. 6, p. 1.072-1.086, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIOS

Questionário 1 – Voluntários sem deficiência visual

QUESTIONÁRIO 1

Antes do contato com as maquetes

- 1) Nome: Luiz
- 2) Idade: 15
- 3) Ano escolar: 1º ensino médio
- 4) Tipo de escola (pública/particular): pública
- 5) Já teve contato com maquetes na escola? sim
- 6) Se sim, que tipo de maquetes? fitas de isopor
- 7) Já teve contato ou conhece os QR Codes? sim, conheço
- 8) Já usou os QR Codes na escola? uso os que tenho no livro
- 9) Se sim, como foi a experiência? ajuda achar os links quando tenho dúvida
- 10) Você usa o telefone celular no dia a dia? tudo dia
- 11) Se sim, como usa? Jogo, uso para conversar
- 12) Já utilizou o celular em sala de aula com fins pedagógicos? as vezes
- 13) Se sim, como foi a experiência? O professor passa para mim a pesquisa
- 14) Já teve contato ou conhece a impressão 3D? sim
- 15) Já usou materiais feitos com essa tecnologia? sim
- 16) Se sim, como foi a experiência? O professor imprime um colchão na aula
- 17) Já teve aulas sobre formas de relevo na escola? sim de matérias
- 18) Se sim, como esse conteúdo foi explicado? com slides, o livro e o pastilho

Após contato com as maquetes

- 19) Você considera o tamanho da placa adequado? sim
- 20) Você considera o tamanho maquete adequado? sim
- 21) O relevo da maquete é perceptível? sim
- 22) O material é agradável ao toque? sim
- 23) Você teve alguma dificuldade a usar o material? não tive
- 24) O texto dos materiais é legível? sim
- 25) As texturas dos materiais são agradáveis ao toque? sim
- 26) Os materiais, somados a descrição, conseguiram exemplificar o conteúdo? conseguem
- 27) Como foi a experiência do uso do QR Codes? trouxeis de usar
- 28) Foi possível relacionar as formas das maquetes com a descrição? sim
- 29) O que você acharia de ter mais materiais como esses em suas aulas? gostaria
- 30) Você mudaria algo nos materiais? Por que? não mudaria

QUESTIONÁRIO 1

Antes do contato com as maquetes

- 1) Nome: Diego
- 2) Idade: 15
- 3) Ano escolar: 1º ano
- 4) Tipo de escola (pública/particular): pública
- 5) Já teve contato com maquetes na escola? SIM
- 6) Se sim, que tipo de maquetes? ISOFOR e EVA
- 7) Já teve contato ou conhece os QR Codes? SIM
- 8) Já usou os QR Codes na escola? Têm na apostila
- 9) Se sim, como foi a experiência? É bom quando funciona o NET
- 10) Você usa o telefone celular no dia a dia? SIM
- 11) Se sim, como usa? Whats e jogos
- 12) Já utilizou o celular em sala de aula com fins pedagógicos? SIM
- 13) Se sim, como foi a experiência? Pesquisas e na apostila
- 14) Já teve contato ou conhece a impressão 3D? SIM
- 15) Já usou materiais feitos com essa tecnologia? Não
- 16) Se sim, como foi a experiência? MMMM
- 17) Já teve aulas sobre formas de relevo na escola? SIM
- 18) Se sim, como esse conteúdo foi explicado? com slide e foto do Livro

Após contato com as maquetes

- 19) Você considera o tamanho da placa adequado? SIM
- 20) Você considera o tamanho maquete adequado? SIM
- 21) O relevo da maquete é perceptível? É
- 22) O material é agradável ao toque? SIM
- 23) Você teve alguma dificuldade ao usar o material? Nenhuma
- 24) O texto dos materiais é legível? SIM
- 25) As texturas dos materiais são agradáveis ao toque? SIM
- 26) Os materiais, somados a descrição, conseguiram exemplificar o conteúdo? SIM
- 27) Como foi a experiência do uso de QR Codes? Facil de usar
- 28) Foi possível relacionar as formas das maquetes com a descrição? O texto explica bem
- 29) O que você acharia de ter mais materiais como esses em suas aulas? Ajudaria mais que usar só foto
- 30) Você mudaria algo nos materiais? Por que?
Não, tudo ric

Questionário 2 – Voluntários com deficiência visual

QUESTIONÁRIO 2

Antes do contato com as maquetes

- 1) Nome: Silviano Chaves
- 2) Idade: 16
- 3) Ano escolar: 3º Ano
- 4) Tipo de escola (pública/particular): Pública
- 5) Qual sua deficiência visual: baixa visão
- 6) Já teve contato com materiais didáticos adaptados na escola? Sim
- 7) Se sim, quais materiais? Globos, livros e mapas
- 8) Você é alfabetizado em braile? Em formação
- 9) Já teve contato com maquetes na escola? Não
- 10) Se sim, que tipo de maquetes? Não
- 11) Já teve contato ou conhece os QR Codes? Não
- 12) Já usou os QR Codes na escola? Não
- 13) Se sim, como foi a experiência? Não
- 14) Você usa o telefone celular no dia a dia? Sim
- 15) Se sim, como usa?
- 16) Já utilizou o celular em sala de aula com fins pedagógicos? Sim
- 17) Se sim, como foi a experiência? Muito útil no dia a dia
- 18) Já teve contato ou conhece a impressão 3D? Sim
- 19) Já usou materiais feitos com essa tecnologia? Não
- 20) Se sim, como foi a experiência? Não
- 21) Já teve aulas sobre formas de relevo na escola? Sim
- 22) Se sim, como esse conteúdo foi explicado? Sim, visualizava um mapa total

Após contato com as maquetes

- 23) Você considera o tamanho da placa adequado? Sim
- 24) Você considera o tamanho maquete adequado? Sim
- 25) O relevo da maquete é perceptível? Sim
- 26) O material é agradável ao toque? Sim
- 27) Você teve alguma dificuldade ao usar o material? Não
- 28) O texto em braile dos materiais é legível? Sim
- 29) As texturas dos materiais são agradáveis ao toque? Sim
- 30) Os materiais, somados a descrição, conseguiram exemplificar o conteúdo? Sim
- 31) Como foi a experiência do uso do QR Codes? Muito ótima
- 32) Foi possível relacionar as formas das maquetes com a descrição? Sim
- 33) O que você acharia de ter mais materiais como esses em suas aulas? Auditório e Arredores
- 34) Você mudaria algo nos materiais? Por que? Não

QUESTIONÁRIO 2

Antes do contato com as maquetes

- 1) Nome: *Alessandra Souza de Oliveira*
- 2) Idade: *47 anos*
- 3) Ano escolar: *6 Série*
- 4) Tipo de escola (pública/particular): *Pública*
- 5) Qual sua deficiência visual: *baixa visão*
- 6) Já teve contato com materiais didáticos adaptados na escola? *NÃO*
- 7) Se sim, quais materiais? *NÃO*
- 8) Você é alfabetizado em braile? *não iniciante*
- 9) Já teve contato com maquetes na escola? *não*
- 10) Se sim, que tipo de maquetes? *NÃO*
- 11) Já teve contato ou conhece os QR Codes? *NÃO*
- 12) Já usou os QR Codes na escola? *NÃO*
- 13) Se sim, como foi a experiência? *NÃO*
- 14) Você usa o telefone celular no dia a dia? *SIM*
- 15) Se sim, como usa? *Pelo gogo*
- 16) Já utilizou o celular em sala de aula com fins pedagógicos? *NÃO*
- 17) Se sim, como foi a experiência? *NÃO*
- 18) Já teve contato ou conhece a impressão 3D? *NÃO*
- 19) Já usou materiais feitos com essa tecnologia? *NÃO*
- 20) Se sim, como foi a experiência? *NÃO*
- 21) Já teve aulas sobre formas de relevo na escola? *NÃO*
- 22) Se sim, como esse conteúdo foi explicado? *NÃO*

Após contato com as maquetes

- 23) Você considera o tamanho da placa adequado? *SIM*
- 24) Você considera o tamanho maquete adequado? *SIM*
- 25) O relevo da maquete é perceptível? *SIM*
- 26) O material é agradável ao toque? *bom*
- 27) Você teve alguma dificuldade ao usar o material? *NÃO*
- 28) O texto em braile dos materiais é legível? *SIM SIM*
- 29) As texturas dos materiais são agradáveis ao toque? *SIM*
- 30) Os materiais, somados a descrição, conseguiram exemplificar o conteúdo? *SIM*
- 31) Como foi a experiência do uso do QR Codes? *bom*
- 32) Foi possível relacionar as formas das maquetes com a descrição? *SIM*
- 33) O que você acharia de ter mais materiais como esses em suas aulas? *Otimizado*
- 34) Você mudaria algo nos materiais? Por que? *NÃO*

QUESTIONÁRIO 2

Antes do contato com as maquetes

- 1) Nome: MILTON GONCALVES
- 2) Idade: 30
- 3) Ano escolar: 5º PERÍOD
- 4) Tipo de escola (pública/particular): PÚBLICA
- 5) Qual sua deficiência visual: CEGO
- 6) Já teve contato com materiais didáticos adaptados na escola? SIM
- 7) Se sim, quais materiais? MAQUETE 3D
- 8) Você é alfabetizado em braile? SIM
- 9) Já teve contato com maquetes na escola? SIM
- 10) Se sim, que tipo de maquetes? 3D
- 11) Já teve contato ou conhece os QR Codes? SIM
- 12) Já usou os QR Codes na escola? NAO
- 13) Se sim, como foi a experiência?
- 14) Você usa o telefone celular no dia a dia? SIM
- 15) Se sim, como usa? ACESSIBILIDADE VOICE OVER
- 16) Já utilizou o celular em sala de aula com fins pedagógicos? NAO
- 17) Se sim, como foi a experiência?
- 18) Já teve contato ou conhece a impressão 3D? SIM
- 19) Já usou materiais feitos com essa tecnologia? SIM, NO DIA DA APRESENTAÇÃO
- 20) Se sim, como foi a experiência? Foi PRODUTIVA, com ACESSIBILIDADE DO TATO
- 21) Já teve aulas sobre formas de relevo na escola? NAO
- 22) Se sim, como esse conteúdo foi explicado?

Após contato com as maquetes

- 23) Você considera o tamanho da placa adequado? SIM
- 24) Você considera o tamanho maquete adequado? SIM
- 25) O relevo da maquete é perceptível? SIM
- 26) O material é agradável ao toque? SIM
- 27) Você teve alguma dificuldade ao usar o material? NAO
- 28) O texto em braile dos materiais é legível? SIM
- 29) As texturas dos materiais são agradáveis ao toque? SIM
- 30) Os materiais, somados a descrição, conseguiram exemplificar o conteúdo? SIM
- 31) Como foi a experiência do uso do QR Codes? LEGAL
- 32) Foi possível relacionar as formas das maquetes com a descrição? SIM
- 33) O que você acharia de ter mais materiais como esses em suas aulas? ÓTIMO
- 34) Você mudaria algo nos materiais? Por que? NAO, NAO MUDARIA

QUESTIONÁRIO 2

Antes do contato com as maquetes

- 1) Nome: Aline de Oliveira do Nascimento
- 2) Idade: 47
- 3) Ano escolar: Ensino Superior cursando Pedagogia
- 4) Tipo de escola (pública/particular): Pública
- 5) Qual sua deficiência visual: Retina Ductetica
- 6) Já teve contato com materiais didáticos adaptados na escola? Não
- 7) Se sim, quais materiais? não
- 8) Você é alfabetizado em braile? não, está em aulas
- 9) Já teve contato com maquetes na escola? Não
- 10) Se sim, que tipo de maquetes? não
- 11) Já teve contato ou conhece os QR Codes? Sim
- 12) Já usou os QR Codes na escola? não
- 13) Se sim, como foi a experiência? não
- 14) Você usa o telefone celular no dia a dia? Sim
- 15) Se sim, como usa? Sim talkback
- 16) Já utilizou o celular em sala de aula com fins pedagógicos? Utiliza
- 17) Se sim, como foi a experiência? Boa
- 18) Já teve contato ou conhece a impressão 3D? Sim
- 19) Já usou materiais feitos com essa tecnologia? Sim
- 20) Se sim, como foi a experiência? Boa
- 21) Já teve aulas sobre formas de relevo na escola? Sim
- 22) Se sim, como esse conteúdo foi explicado? Bom, porém encorajava

Após contato com as maquetes

- 23) Você considera o tamanho da placa adequado? Sim
- 24) Você considera o tamanho maquete adequado? Sim
- 25) O relevo da maquete é perceptível? Sim
- 26) O material é agradável ao toque? Sim
- 27) Você teve alguma dificuldade ao usar o material? Não
- 28) O texto em braile dos materiais é legível? Sim
- 29) As texturas dos materiais são agradáveis ao toque? Sim
- 30) Os materiais, somados a descrição, conseguiram exemplificar o conteúdo? Sim
- 31) Como foi a experiência do uso do QR Codes? Com a ajuda
- 32) Foi possível relacionar as formas das maquetes com a descrição? Sim
- 33) O que você acharia de ter mais materiais como esses em suas aulas? Muito Bom
- 34) Você mudaria algo nos materiais? Por que? não

Questionário 3 – Professores

QUESTIONÁRIO 3

Antes do contato com as maquetes

- 1) Nome: Isabel Cristina
- 2) Idade: 56
- 3) Formação: Superior
- 4) Tempo de magistério: 26 ANOS
- 5) Quais as metodologias e matérias didáticos que você utiliza em aulas de formas de relevo? MAPAS, IMAGEM SATELITE, FOTOS, MAQUETES
- 6) Já utilizou maquetes em sala de aula? sim
- 7) Se sim, qual tipo? Relevo
- 8) Como foi a experiência do uso de maquetes como os alunos? MELHOR DA COMPREENSÃO APRENDIZADO DO CONTEÚDO
- 9) Como é sua experiência com o uso de tecnologia em sala de aula para fins pedagógicos? MUITO
- 10) Já utilizou o telefone celular em sala de aula com os alunos para fins pedagógicos? sim
- 11) Se sim, como foi a experiência? MUITO BOM
- 12) Já teve contato ou conhece os QR Codes? sim
- 13) Se sim, já os utilizou em sala de aula? sim
- 14) Se utilizou, foram QR Codes prontos ou elaborados por você? OS DÓS
- 15) Já teve contato ou conhece a impressão 3d? sim
- 16) Se sim, como foi sua experiência? ótima
- 17) Se não, qual o motivo? —
- 18) Já teve ou tem alunos com deficiência visual em suas salas? sim
- 19) Se sim, conte como foi sua experiência em relação a preparação da aula e de materiais adaptados TENHO RECURSOS DISPONÍVEIS NA ESCOLA

Após contato com as maquetes

- 20) Você considera o tamanho da placa adequado? gostaria que fosse maior
- 21) Você considera o tamanho maquete adequado? DEIXA A MELHOR
- 22) O relevo da maquete é perceptível? sim
- 23) O material é agradável ao toque? sim
- 24) Você teve alguma dificuldade ao usar o material? não
- 25) Os materiais, somados a descrição, conseguiram exemplificar o conteúdo? sim
- 26) Como foi a experiência do uso do QR Codes? ótima
- 27) Em sua opinião, qual o impacto do uso de materiais como esses em sala de aula? positivo
- 28) Você utilizaria esses materiais em suas aulas? Explique sim
- 29) Você mudaria algo nos materiais? Por que? TAMANHO

QUESTIONÁRIO 3

Antes do contato com as maquetes

- 1) Nome: [REDACTED]
- 2) Idade: 26
- 3) Formação: Licenciatura em Geografia
- 4) Tempo de magistério: 3 anos
- 5) Quais as metodologias e matérias didáticos que você utiliza em aulas de formas de relevo? Aulas expositivas e apresentações baseadas em projeções.
- 6) Já utilizou maquetes em sala de aula? Não
- 7) Se sim, quais tipo? Tágeograficas e lúdicas
- 8) Como foi a experiência do uso de maquetes como os alunos?
- 9) Como é sua experiência com o uso de tecnologia em sala de aula para fins pedagógicos?
- 10) Já utilizou o telefone celular em sala de aula com os alunos para fins pedagógicos? Sim
- 11) Se sim, como foi a experiência? Rotaizante
- 12) Já teve contato ou conhece os QR Codes? Não
- 13) Se sim, já os utilizou em sala de aula? Não
- 14) Se utilizou, foram QR Codes prontos ou elaborados por você? Próprios
- 15) Já teve contato ou conhece a impressão 3d? Não
- 16) Se sim, como foi sua experiência? Interessante para os alunos e para mim
- 17) Se não, qual o motivo? —
- 18) Já teve ou tem alunos com deficiência visual em suas salas? Não
- 19) Se sim, conte como foi sua experiência em relação a preparação da aula e de materiais adaptados —

Após contato com as maquetes

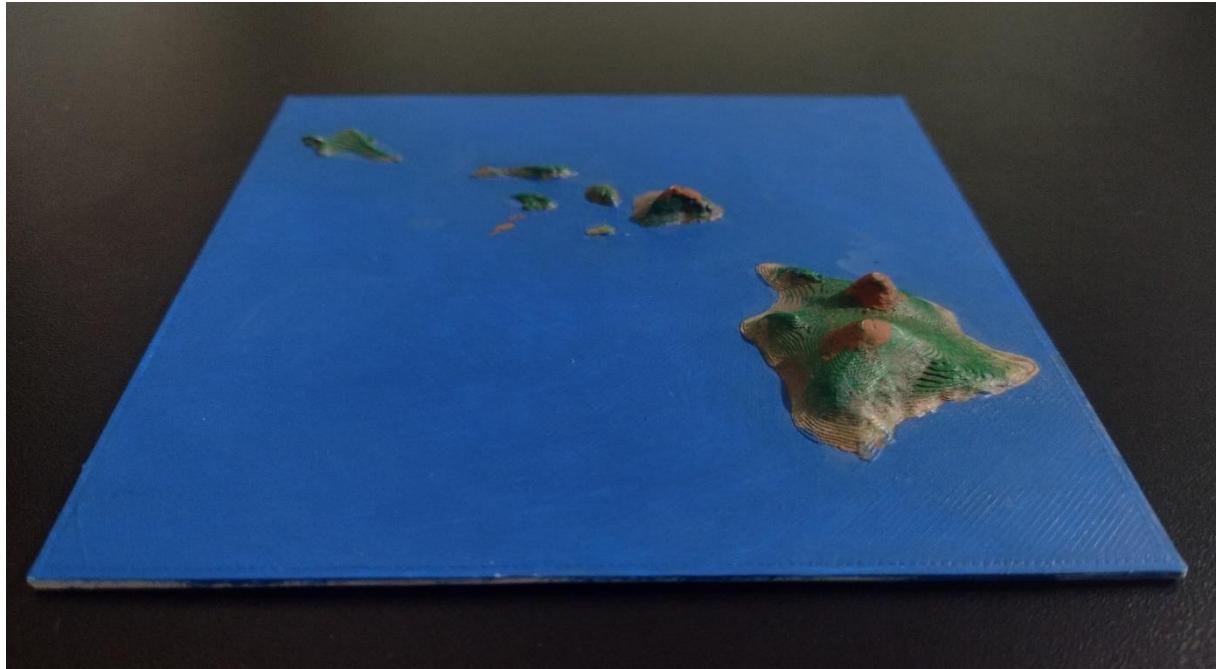
- 20) Você considera o tamanho da placa adequado? Sim
- 21) Você considera o tamanho maquete adequado? Sim
- 22) O relevo da maquete é perceptível? Sim
- 23) O material é agradável ao toque? Sim
- 24) Você teve alguma dificuldade ao usar o material? Não
- 25) Os materiais, somados a descrição, conseguiram exemplificar o conteúdo? Sim
- 26) Como foi a experiência do uso do QR Codes? Legal e inspiradora
- 27) Em sua opinião, qual o impacto do uso de materiais como esses em sala de aula? Muito produtiva
- 28) Você utilizaria esses materiais em suas aulas? Explique
- 29) Você mudaria algo nos materiais? Por que?

Sim, mas a preceção de construção delas fez parte da aula

Não, achei inadequados

APÊNDICE B – DETALHES DOS RECURSOS DIDÁTICOS

Placa com Maquete Tátil - Arquipélago



Arquipélago



Um arquipélago é um conjunto de ilhas que possuem a mesma origem e formação geológica, além de estarem próximas umas das outras.

Eles se dividem em três principais tipos:

Os arquipélagos vulcânicos são formados por meio de atividade vulcânica em solo marinho.

Os arquipélagos continentais são formados devido a movimentação das placas tectônicas, que ao se moverem, soltam uma ou mais partes do continente que viram ilhas, geralmente perto da costa.

Os arquipélagos coralinos são formados por corais e são o menos comum dos três tipos. Os corais se depositam uns em cima dos outros e acabam cirando pequenas ilhas conhecidas como atóis.

RIBEIRO, Amarolina. "Arquipélago"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/arquipelago.htm>. Acesso em 06 de junho de 2019.

Link para os modelos: <https://www.thingiverse.com/thing:6474102>

Placa com Maquete Tátil - Baía

**Baía / Golfo**

Baía é uma porção de mar ou oceano rodeada por terra, em oposição a um cabo ou península. São aberturas da costa por onde o mar avança para o interior do continente. Golfo é uma baía de grandes dimensões com uma abertura larga para o mar.

Golfo e baía; Biomania. Disponível em: <https://biomania.com.br/artigo/golfo-e-baia>. Acesso em 06 de junho de 2019.

Link para os modelos: <https://www.thingiverse.com/thing:6474085>

Placa com Maquete Tátil - Cordilheira



Cordilheira

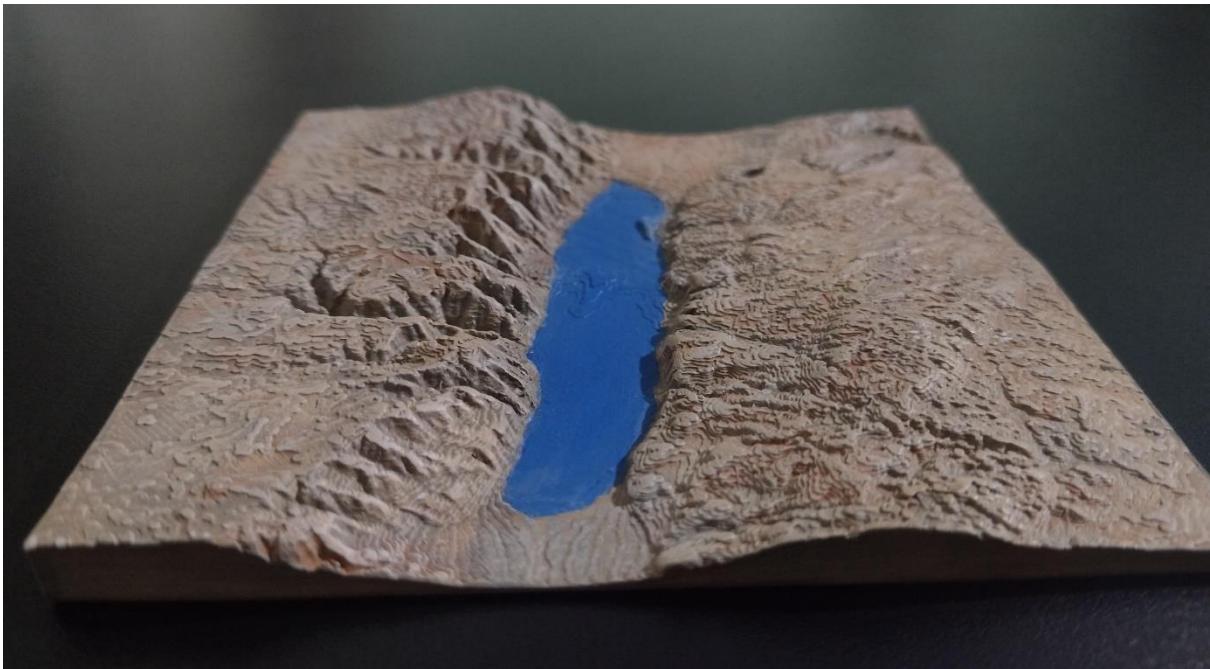
Cordilheira é um conjunto de montanhas.

As cordilheiras são formadas, principalmente, a partir do choque entre duas placas tectônicas. Este fenômeno vem acompanhado de fortes tremores de terra (terremotos). As cordilheiras existentes no planeta formaram-se há milhões de anos.

Cordilheira - definição, exemplos, características. Disponível em: https://www.suapesquisa.com/o_que_e/cordilheira.htm. Acesso em 06 de junho de 2019.

Link para os modelos: <https://www.thingiverse.com/thing:6474093>

Placa com Maquete Tátil - Depressão



Depressão



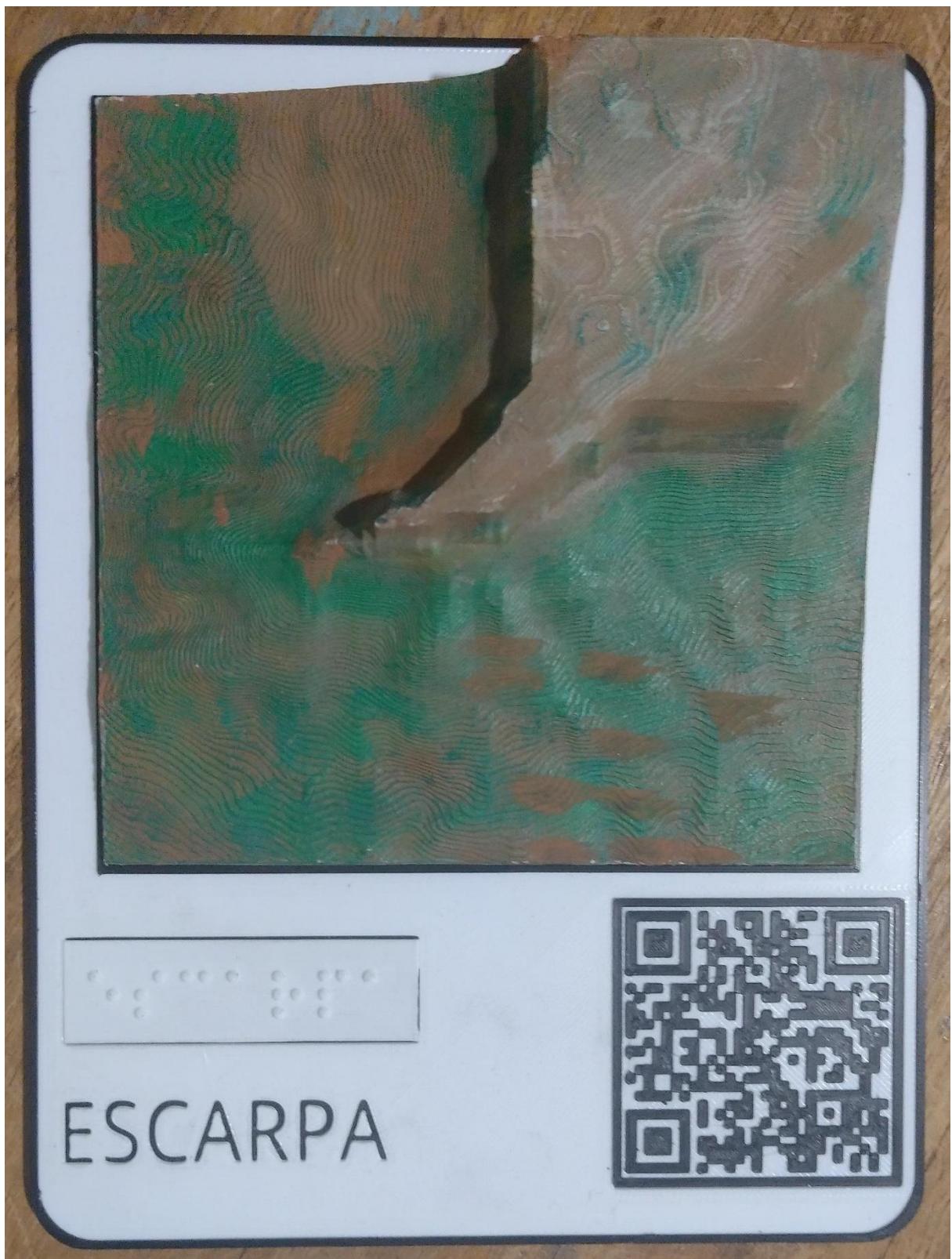
As principais características das depressões estão relacionadas a altitude em que se encontram: costumam estar rebaixadas em relação às áreas que as limitam. Sua superfície, apesar de plana, apresenta irregularidades, sendo, portanto, bastante acidentada e com inclinações. Esse tipo de paisagem é modelado por meio de processos de desgaste provocados por agentes erosivos que modelam o relevo.

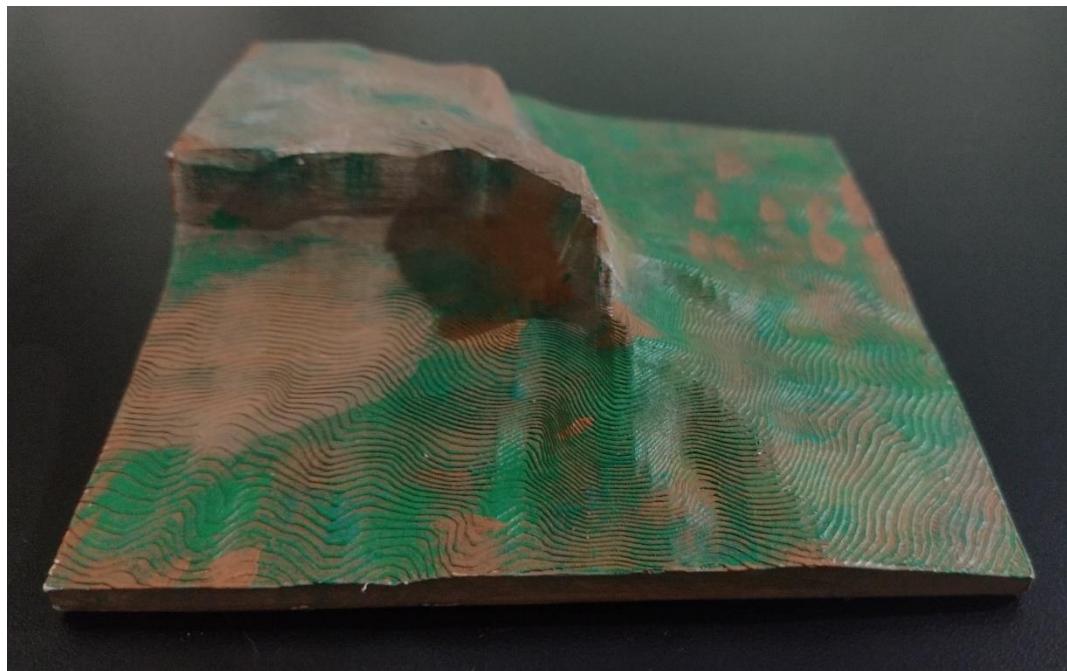
Depressões relativas: são consideradas relativas as áreas de depressão que possuem altitudes maiores que o nível do mar, mas com altitudes inferiores às das áreas que as circundam.

Depressões absolutas: são consideradas depressões absolutas as áreas que apresentam altitudes mais baixas que o nível do mar.

SOUSA, Rafaela. "Depressões"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/depressoess.htm>. Acesso em 06 de junho de 2019.

Link para os modelos: <https://www.thingiverse.com/thing:6474138>

Placa com Maquete Tátil - Escarpa



Escarpa

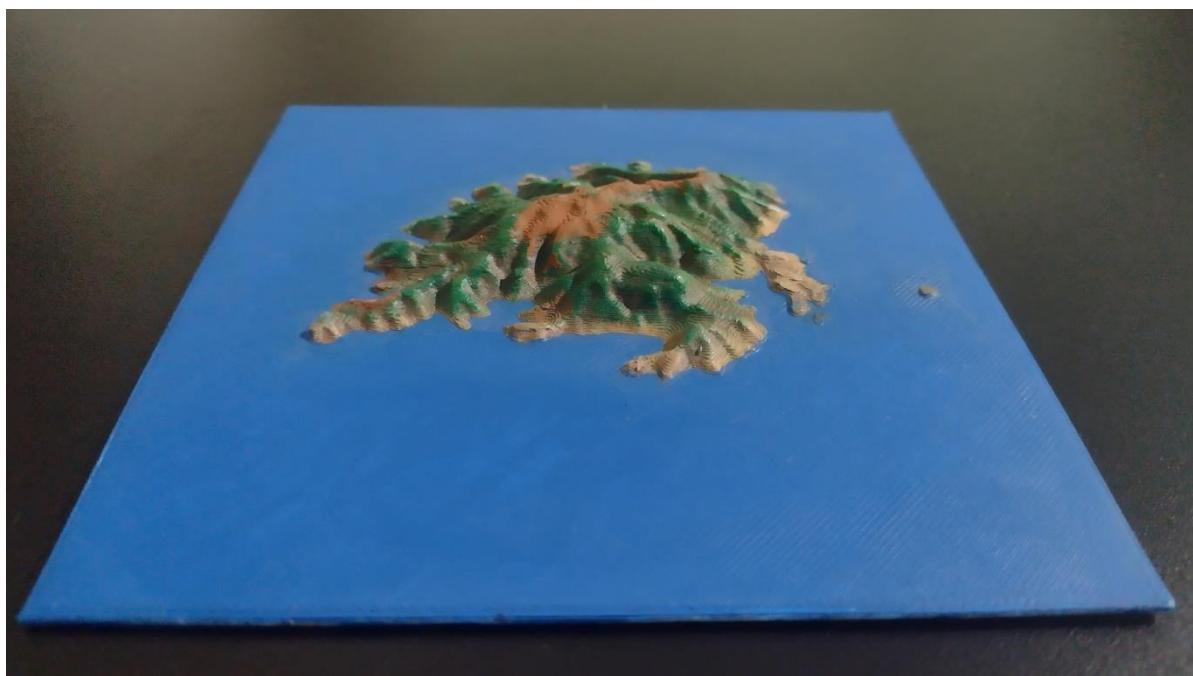


As escarpas geralmente são formadas pela erosão diferencial de rochas ou pelo movimento vertical da crosta terrestre ao longo de uma falha geológica. São paredes das bordas de serras e planaltos, com alto declive.

O que é Escarpa; Enclopédia E-Civil. Disponível em: <https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-escarpa.html>. Acesso em 06 de junho de 2019.

Link para os modelos: <https://www.thingiverse.com/thing:6474107>

Placa com Maquete Tátil - Ilha



Ilha

Uma ilha é qualquer porção de terra cercada de água por todos os lados. Para que uma porção de terra seja considerada uma ilha, ela não pode apresentar uma dimensão continental, ou seja, deve ter um tamanho menor do que a Austrália.

Elas são divididas em quatro grupos principais:

As ilhas vulcânicas são aquelas formadas pela atividade vulcânica nos oceanos ou pelo contato entre placas tectônicas. Esse tipo de ilha é muito comum e geralmente apresenta relevos acidentados.

As ilhas continentais são aquelas formadas como uma extensão do continente, sendo formadas em sua maioria, pela erosão das áreas continentais, dividindo parte das terras com o mar e isolando alguns pontos.

As ilhas fluviais são aquelas que se formam quando uma área é cercada por um ou mais rios, isolando uma área do ambiente ao seu redor.

As ilhas lacustres são aquelas formadas em áreas de lagos, se formando pelo acúmulo de sedimentos no interior do lago que chega até a superfície como bancos de areia.

PENA, Rodolfo F. Alves. "Tipos de ilha"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/tipos-ilha.htm>. Acesso em 06 de junho de 2019.



Link para os modelos: <https://www.thingiverse.com/thing:6474109>

Placa com Maquete Tátil - Istmo



Istmo

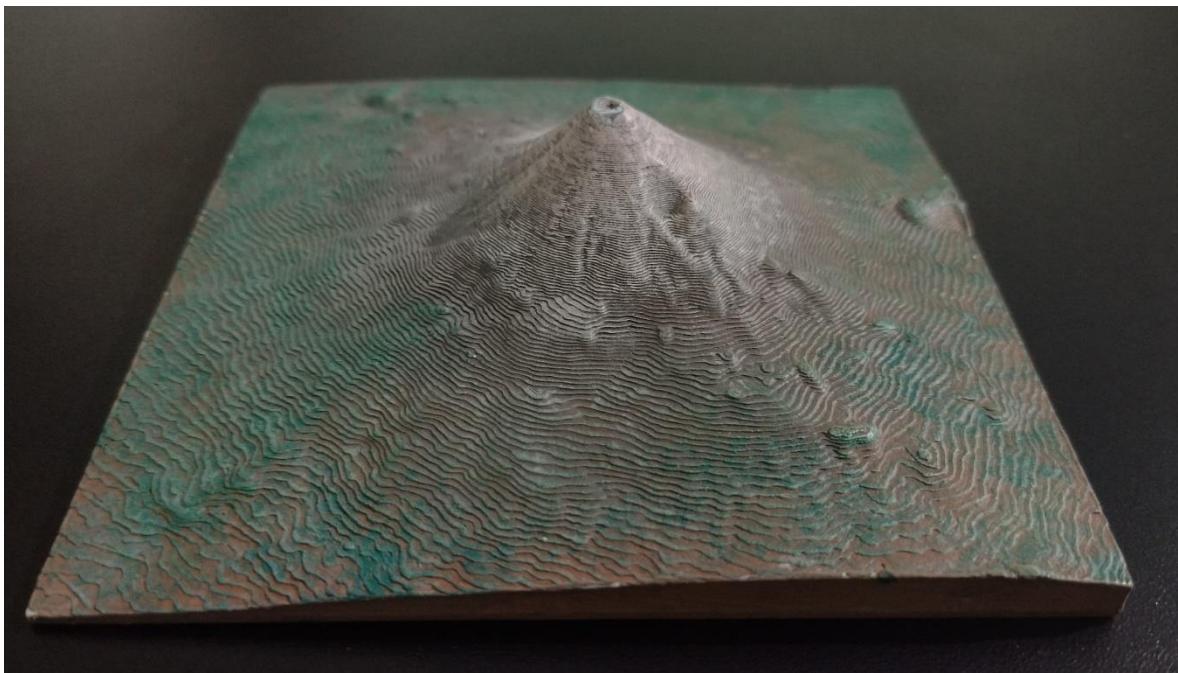
Istmo é uma estreita faixa de terra que faz a conexão, sobre as águas de um oceano ou mar, entre dois blocos de terras emersas de grande proporção. As duas áreas ligadas por um istmo podem ser, por exemplo: dois continentes ou uma península e um continente.

A palavra istmo é de origem grega que significa pescoço em português.

Istmo – Significado em Geografia; Sua Pesquisa. Disponível em: <https://www.suapesquisa.com/geografia/istmo.htm>. Acesso em 06 de junho de 2019.

Link para os modelos: <https://www.thingiverse.com/thing:6474111>

Placa com Maquete Tátil - Montanha



Montanha

Montanha é uma forma de relevo que se caracteriza pela elevada altitude, com altura superior a 300 metros, constituída por uma ou mais elevações.

Podemos classificá-las em:

Cordilheiras: Quando as montanhas estão em um conjunto extenso.

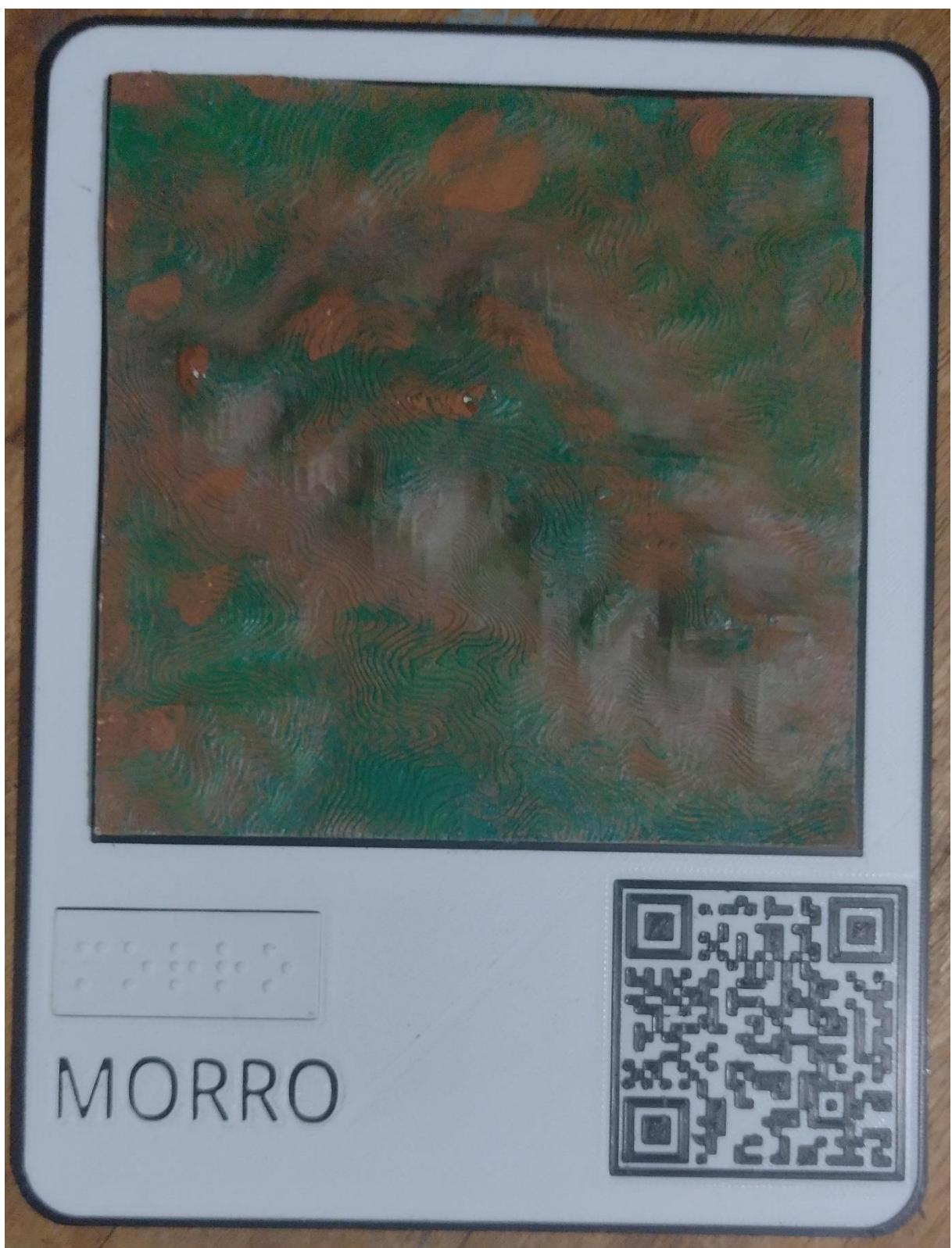
Montanhas jovens: As montanhas de vales profundos, picos pontiagudos e elevadas altitudes possuem origem geológica recente.

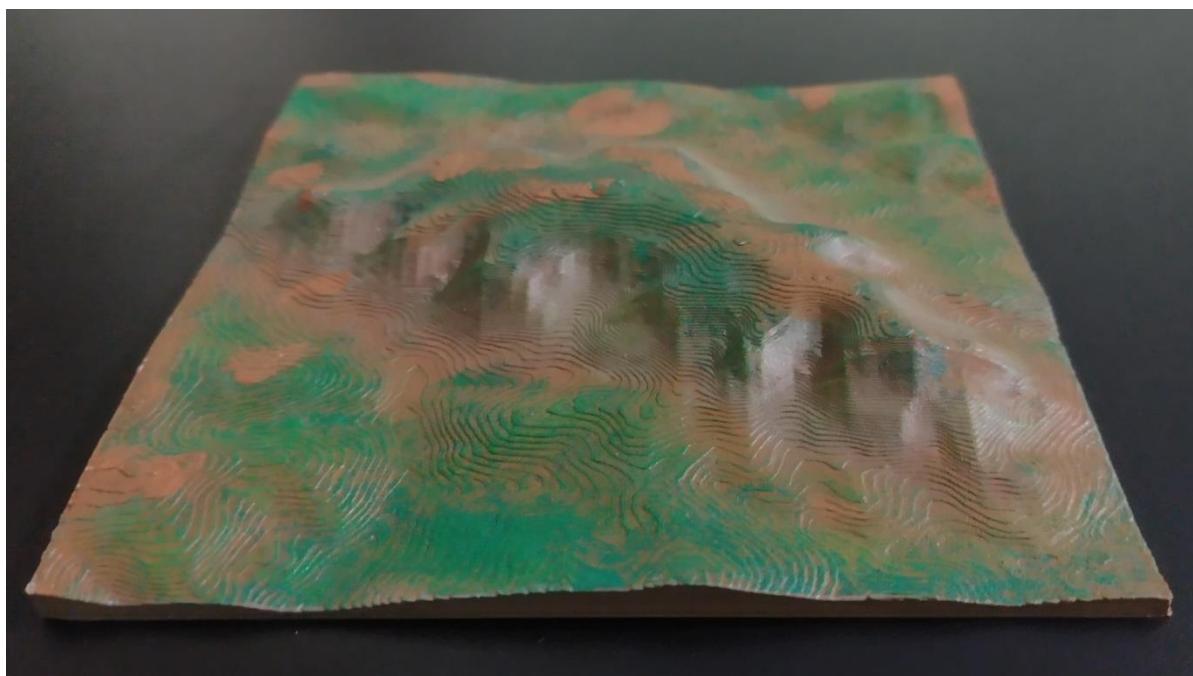
Montanhas antigas: Também conhecidas como maciços抗igos, as montanhas mais velhas são constituídas por rochas magmáticas e metamórficas e já passaram por intenso processo de intemperismo e erosão. Ao contrário das montanhas jovens, os maciços抗igos apresentam cumes arredondados e áreas rebaixadas em razão do desgaste a que foram submetidos durante milhões e milhões de anos.



RIBEIRO, Amarolina. "O que é montanha?"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-montanha.htm>. Acesso em 06 de junho de 2019.

Link para os modelos: <https://www.thingiverse.com/thing:6474113>

Placa com Maquete Tátil - Morro



Morro

Morro, colina ou cerro é a caracterização de um acidente geográfico que é formado através de pequenas elevações de terreno com declive suave. São elevações naturais do terreno com altura de até 300m aproximadamente.

Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE) Noções Básicas de Cartografia.
Disponível em:
https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoes/elementos_representacao.html. Acesso em 06 de junho de 2019.

Link para os modelos: <https://www.thingiverse.com/thing:6474119>

Placa com Maquete Tátil - Península

**Península / Cabo**

Uma península é uma porção de terra quase totalmente cercado por água que possui uma ligação ao continente ou à outra porção de terra por meio de um istmo. Um cabo é uma forma de relevo com as mesmas características de uma península, porém em menor proporção.

RIBEIRO, Amarolina. "Península"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/penninsula.htm>. Acesso em 06 de junho de 2019.

Link para os modelos: <https://www.thingiverse.com/thing:6474127>

Placa com Maquete Tátil - Planalto



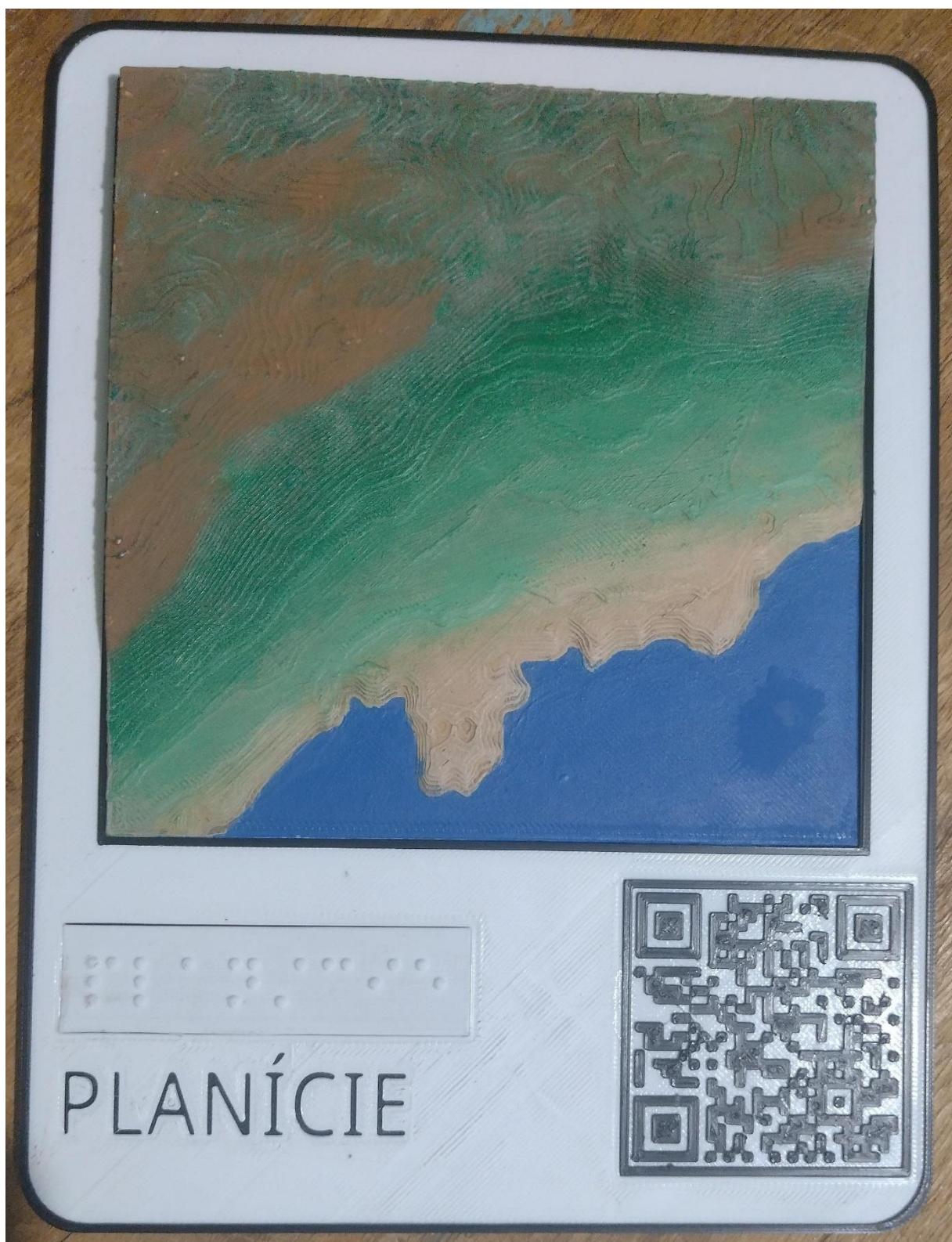
Planalto



Planaltos são unidades de relevo relativamente planas e localizadas em regiões de altitudes elevadas. Geralmente se situam acima de 300 metros do nível do mar. Os planaltos possuem paisagens accidentadas causadas por processos erosivos, que liberam sedimentos para as áreas mais baixas, dando origem a depressões e planícies. Regiões de planaltos costumam apresentar morros ou serras.

SOUZA, Rafaela. "Planaltos"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/planaltos.htm>. Acesso em 06 de junho de 2019.

Link para os modelos: <https://www.thingiverse.com/thing:6474139>

Placa com Maquete Tátil – Planície

**Planície**

Planície é uma unidade de relevo caracterizada por possuir paisagens geralmente planas, pouco acidentadas e localizadas em regiões com baixas altitudes, estando geralmente próximas ao nível do mar. Ao contrário dos planaltos, que são formas de relevo em destruição, as planícies são consideradas relevos em construção, pois a deposição de sedimentos supera a erosão. Planícies são consideradas formas de relevo recentes.

SOUSA, Rafaela. "Planícies"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/planicies.htm>. Acesso em 06 de junho de 2019.

Link para os modelos: <https://www.thingiverse.com/thing:6474132>