

## Curso de Especialização em Neuroeducação

### Trabalho de Conclusão de Curso

# **A criação de um repositório digital para materiais educacionais destinados a alunos com TEA**

Mesquita

2023

KREMMELLIN BARBOSA DOS SANTOS

**A criação de um repositório digital para materiais educacionais  
destinados a alunos com TEA**

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado para obtenção do grau de  
Especialista em Neuroeducação, pelo  
Instituto Federal do Rio de Janeiro - IFRJ.

**Orientadora:** Grazielle Rodrigues Pereira

Mesquita  
2023

S237c Santos, Kremmellin Barbosa dos.  
A criação de um repositório digital para materiais educacionais destinados a alunos com TEA.

45 p. il.

Trabalho de Conclusão (Curso Especialização em Neuroeducação do Programa de Pós-Graduação lato Senso) do IFRJ / Campus Mesquita, 2023.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Grazielle Rodrigues Pereira.

1. Ensino de Ciências. 2. Repositório Digital. 3. Modelagem 3D. 4. Transtorno do Espectro Autista. 5. Neuroeducação I. Santos, Kremmellin Barbosa dos. II. Instituto Federal do Rio de Janeiro. III. Título.

TCC/IFRJ/CMesq/Neuroeducação/PG

IFRJ – *CAMPUS* MESQUITA

**KREMMELLIN BARBOSA DOS SANTOS**

**A criação de um repositório digital para materiais educacionais destinados a alunos com  
TEA**

Trabalho de Conclusão de Curso, aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Especialista em Neuroeducação pelo Instituto Federal do Rio de Janeiro, IFRJ, com linha de pesquisa em Ensino de Ciências.

Mesquita, 30 de maio de 2023.

**Conceito:** \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Grazielle Rodrigues Pereira - orientadora.

Documento assinado digitalmente  
 GRAZIELLE RODRIGUES PEREIRA  
Data: 28/06/2023 16:48:31-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Raphael Argento de Souza.

Documento assinado digitalmente  
 RAPHAEL ARGENTO DE SOUZA  
Data: 19/06/2023 09:47:06-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

\_\_\_\_\_  
Prof. Me. Arthur Fernandes de Lima Costa Res

Documento assinado digitalmente  
 ARTHUR FERNANDES DE LIMA COSTA RESI  
Data: 20/06/2023 20:29:57-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr<sup>a</sup>. Gabriela Ventura da Silva do Nascimento (suplente).

**Mesquita - RJ**  
**1º semestre / 2023**

*Para entender o que o outro diz, não basta entender suas palavras, mas também seu pensamento e suas motivações.*

- Lev Vygotsky.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos. Meu profundo agradecimento a minha mãe, Marilene Carla, que sempre me deu suporte e incentivo para estudar e sempre me apoiou em todas as decisões da minha vida, e a minha irmã, Ammy, por ser uma grande amiga em todas as horas e, também, por estar sempre comigo. Não posso deixar de citar o Koda, meu cachorro, que está sempre presente na minha vida em todas as situações. Eu amo vocês!

Aos meus amigos, tanto pela ajuda acadêmica e pessoal, quanto pelo incentivo, pelas risadas, pelas longas conversas nos momentos incertos e pelos melhores conselhos possíveis. Vocês são muito especiais pra mim!

A minha orientadora, Grazielle Pereira, pelo conhecimento e pelas reflexões concedidas através deste trabalho e ao longo da minha formação. Também gostaria de fazer um agradecimento especial aos colegas do grupo de pesquisa *Sinapse Lab*, do IFRJ - *campus* Mesquita, programa o qual agradeço imensamente pela oportunidade de fazer parte e aprender.

Aos professores, pelos ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação acadêmica ao longo do curso e também pelos conselhos, pela ajuda e pela dedicação com a qual guiaram o meu aprendizado.

Por último, ao IFRJ (*campus* Mesquita), que foi essencial no meu processo de formação, pela qualidade no ensino e por tudo o que aprendi ao longo do curso e a todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

SANTOS, Kremmellin Barbosa. **A criação de um repositório digital para materiais educacionais destinados a alunos com TEA.** Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Neuroeducação). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *Campus Mesquita*. Mesquita, Rio de Janeiro, 2022.

## RESUMO

Este trabalho descreve o processo de criação de um site, que tem como intuito ser um repositório digital para modelos produzidos para a impressora 3D e materiais complementares, que visam a inclusão de alunos com TEA no contexto escolar, desenvolvidos por pesquisadores do grupo de pesquisa Sinapse-Lab, do IFRJ campus Mesquita. O site foi desenvolvido para ser o mais intuitivo possível, apresentando uma interface de fácil utilização. Também desenvolvemos um manual para professores referente ao processo de aquisição dos materiais disponíveis, desde seu acesso até a impressão do produto final na impressora 3D, a fim de facilitar o acesso e, consequentemente, a utilização desses materiais por docentes de todo o país. Espera-se, assim, contribuir com uma base para a elaboração de novas propostas de materiais com os mesmos fins. Acreditamos que a proposta de implantação do repositório revela-se como viável devido sua demanda e originalidade, especialmente do ponto de vista do desenvolvimento de materiais produzidos para a impressora 3D.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências; repositório digital; modelagem 3D; Transtorno do Espectro Autista, Neuroeducação.

SANTOS, Kremmellin Barbosa. **The creation of a digital repository for educational materials intended for students with ASD.** Monograph of conclusion of course (Specialization in Neuroeducation). Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio de Janeiro (IFRJ), *Campus Mesquita*. Mesquita, Rio de Janeiro, 2022.

## **ABSTRACT**

This work describes the process of creating a website, which aims to be a digital repository for teaching models produced for the 3D printer and other complementary materials, developed by researchers from the research group Sinapse-Lab, from the IFRJ campus Mesquita. The site was developed in order to be as intuitive as possible, presenting an easy-to-use interface. We also developed a manual for teachers regarding the acquisition process of available materials, from accessing them to printing the final product, in order to facilitate access and, consequently, the use of these materials by teachers across the country. It is expected, therefore, to contribute with a base for the elaboration of new proposals of materials with the same ends. We believe that the proposed implementation of the repository proves to be viable due to its demand and originality, especially from the point of view of developing materials produced for the 3D printer.

**Keywords:** Science Teaching; Digital Repository; 3d Modeling; Autistic Spectrum Disorder; Neuroeducation.

SANTOS, Kremmellin Barbosa. **La creación de un repositorio digital de materiales educativos destinados a estudiantes con DEA.** Monografía de conclusión de curso (Especialización en Neuroeducación). Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Río de Janeiro (IFRJ), *Campus Mesquita*. Mesquita, Rio de Janeiro, 2022.

## RESUMEN

Este trabajo describe el proceso de creación de un sitio web, que pretende ser un repositorio digital de modelos producidos para la impresora 3D y otros materiales complementarios, desarrollado por investigadores del grupo de investigación Sinapse-Lab, de la IFRJ campus Mesquita. El sitio fue desarrollado para ser lo más intuitivo posible, presentando una interfaz fácil de usar. También desarrollamos un manual para docentes sobre el proceso de adquisición de los materiales disponibles, desde el acceso a los mismos hasta la impresión del producto final, con el fin de facilitar el acceso y, en consecuencia, el uso de estos materiales por parte de los docentes de todo el país. Se espera, por tanto, contribuir con una base para la elaboración de nuevas propuestas de materiales con los mismos fines. Creemos que la propuesta de implementación del repositorio resulta viable por su exigencia y originalidad, especialmente desde el punto de vista del desarrollo de materiales producidos para la impresora 3D.

**Palabras clave:** Enseñanza de las Ciencias; Repositorio Digital; Modelado 3D; Desorden del espectro autista; Neuroeducación.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: QR Code para acessar o site NEUROAUTISMO-3D: materiais inclusivos.....	30
Figura 2: Tela inicial do site.....	31
Figura 3: Manual para professores sobre a utilização dos protótipos.....	32
Figura 4: Repositório de protótipos de materiais educacionais produzidos para a impressora 3D: arcada dentária.....	32
Figura 5: Protótipo da arcada dentária inferior (à esquerda) e superior (à direita).....	33
Figura 6: Pranchas de CAA proposta para a oficina os cuidados com os meus dentinhos.....	34
Figura 7: Protótipo das peças para cultura Maker.....	36
Figura 8: Protótipo do olho humano.....	37

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

Base Nacional Comum Curricular - BNCC;

Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática - STEAM;

Comunicação Aumentativa Alternativa - CAA;

Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs;

Tecnologia Assistiva - TA;

Transtorno do Espectro Autista - TEA.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>16</b>
<b>2.1 - A tecnologia 3D e suas relações com a inclusão no Ensino de Ciências</b>	<b>17</b>
<b>2.1.1 - A impressão 3D e suas relações com a Neuroeducação</b>	<b>18</b>
<b>2.2 - Ensino de Ciências para crianças com Transtorno do Espectro Autista</b>	<b>20</b>
<b>2.3 - A inclusão de alunos com TEA e as tecnologias assistivas</b>	<b>23</b>
<b>2.4 - Metodologias ativas no Ensino de Ciências</b>	<b>26</b>
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>28</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>29</b>
<b>4.1 O site "NEUROAUTISMO 3D: materiais inclusivos"</b>	<b>29</b>
<b>4.2 Os protótipos disponíveis no site</b>	<b>33</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>38</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b>	<b>40</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Dispositivos móveis, aplicativos, cartões, biometria, pix, internet: esses são alguns exemplos de elementos comuns, presentes na sociedade contemporânea do século XXI. As mudanças no cenário mundial têm sido intensas nos últimos anos, especialmente quando se analisa o crescimento da tecnologia e da informação. Para Leite (2018), a crescente implementação da tecnologia modificou, de forma significativa, o modo de viver das pessoas. A maneira como a sociedade se comporta atualmente é bastante diferente da forma como se comportava há uma década e isso é perceptível em diferentes esferas da vida cotidiana, como no consumo e nos novos hábitos adquiridos pelas pessoas.

A formação de profissionais capacitados é um dos principais fatores que interferem no desenvolvimento tecnológico e na inovação de um território. Nosso país tem grande potencial para o desenvolvimento tecnológico, entretanto, segundo Siqueira (2007, p. 245), “O principal gargalo a ser superado no Brasil para que o complexo eletrônico e o setor de tecnologia da informação e comunicação se desenvolvam mais rapidamente é o desempenho nacional na área de educação”. Para isso, torna-se necessário que haja investimentos na formação de profissionais em prol de uma educação que se preocupe com a construção de uma sociedade crítica, capaz de compreender o mundo em seus diferentes aspectos, tanto naturais quanto sociais (SILVEIRA; BAZZO, 2009).

Nesse sentido, a inserção de novas tecnologias na educação se apresenta como um caminho capaz de otimizar os processos de ensino aprendizagem, especialmente num caráter inclusivo. Entretanto, para que ocorra a integração das tecnologias no contexto educacional de forma adequada e eficaz, algumas questões precisam ser consideradas, dentre as quais podemos citar: o domínio do professor sobre as tecnologias - ou seja, a formação docente -, estrutura física das escolas - com equipamentos adequados -, incentivos governamentais - garantindo a capacitação dos

profissionais que já exercem a profissão - e currículos escolares - capazes de incluir tais elementos nos conteúdos disciplinares (LEITE; RIBEIRO, 2012). É válido resgatar o que foi defendido por Mercado (2012, p. 15) a esse respeito:

O salto de qualidade utilizando novas tecnologias poderá se dar na forma de trabalhar o currículo e através da ação do professor, além de incentivar a utilização de novas tecnologias de ensino, estimulando pesquisas interdisciplinares adaptadas à realidade brasileira. As mais avançadas tecnologias poderão ser empregadas para criar, experimentar e avaliar produtos educacionais, cujo alvo é avançar um novo paradigma na Educação, adequado à sociedade de informação para redimensionar os valores humanos, aprofundar as habilidades de pensamento e tornar o trabalho entre mestre e alunos mais participativo e motivante.

Com o intuito de acompanhar o desenvolvimento das tecnologias, as pesquisas em ensino e educação têm se mostrado interessadas na busca por novas maneiras de estimular o aprendizado dos alunos. Uma possibilidade que vem ganhando destaque é a utilização da impressão 3D no contexto educacional. A tecnologia 3D permite a fabricação de modelos tridimensionais a partir da adição de sucessivas camadas de determinado material. Para Ford e Minshall (2018), tais tecnologias já são amplamente utilizadas em universidades, o que proporciona aos profissionais em formação a incorporação desses projetos em suas práticas pedagógicas. Além disso, Campbell et al (2011, p. 13 - tradução nossa) destacam que esta nova tecnologia tem potencial para mudar o mundo, uma vez que:

A Manufatura Aditiva (impressão 3D) está a caminho de ir além de uma mera tecnologia emergente para uma tecnologia verdadeiramente transformadora. A capacidade de imprimir localmente quase qualquer objeto projetável teria fortes repercussões em toda a nossa sociedade. Assim, é fundamental que tecnólogos e formuladores de políticas iniciem um diálogo, antecipando os desafios para o nosso atual status quo econômico global. Embora o futuro seja certamente difícil de prever, a pré ciência e o planejamento avançado são necessários na preparação para a tecnologia disruptiva de Manufatura Aditiva.

Apesar de a impressão 3D ainda estar timidamente se inserindo no cenário educacional, muito pouco se discute sobre as suas relações com a Educação Inclusiva. Quando pensamos nessa modalidade de ensino, as peças 3D podem ser usadas para criar materiais didáticos adaptados, proporcionando uma abordagem mais tangível e visual para o aprendizado.

Por exemplo, peças 3D podem ser usadas para representar modelos anatômicos, formas geométricas, estruturas moleculares ou objetos históricos, tornando o conteúdo mais acessível e significativo para todos os alunos.

De acordo com Buehler et al (2016), existem três funções principais que são desempenhadas pela impressão 3D no contexto inclusivo: engajamento STEAM (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), criação de métodos alternativos para tornar os conteúdos curriculares mais acessíveis e a criação de dispositivos adaptáveis e personalizados. A Neurociência aplicada à Educação tem sido amplamente discutida por pesquisadores nos últimos anos e estuda a funcionalidade do cérebro em prol da criação de várias estratégias educativas que facilitam a aprendizagem. Assim, com base em fundamentos da Neuroeducação, é possível criar estratégias de ensino aprendizagem, capazes de favorecer a Educação Inclusiva. Nosso objetivo é contribuir com o trabalho de docentes do Ensino de Ciências, trazendo melhorias para o processo de ensino aprendizagem, com a combinação de elementos tecnológicos e a proposta interdisciplinar.

Acreditamos que a utilização de objetos 3D no contexto da sala de aula pode contribuir na inclusão escolar, uma vez que possibilita diferentes formas de interação, a partir de estímulos sensoriais que estão diretamente ligados ao neurodesenvolvimento. Sendo a proposta principal deste trabalho a criação de um repositório de objetos modelados a partir da tecnologia 3D e que visam a inclusão escolar, os produtos educacionais são tratados como um bem público, disponível para todos os professores. Com isso, a relevância deste trabalho se justifica, uma vez que busca apresentar para o professor uma gama de possibilidades para a utilização da tecnologia 3D em sala de aula de forma inclusiva.

Sentindo a importância da criação de um local onde tais materiais estejam disponíveis para professores de todo o país de uma maneira simples e objetiva, pretendemos responder à seguinte indagação: como a criação de um repositório online de modelos de peças 3D pode contribuir para uma maior

aderência desta tecnologia, por parte dos docentes, no contexto da Educação Inclusiva?

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo geral contribuir para o Ensino de Ciências a partir da criação de um repositório de materiais voltados para a inclusão de alunos com TEA em espaços de ensino aprendizagem. Além disso, tivemos como objetivos específicos:

- Fazer um levantamento dos produtos educacionais para a impressora 3D e materiais complementares produzidos pelo grupo de pesquisa Laboratório de Neurociência, Design e Divulgação Científica (Sinapse Lab);
- Produzir um manual para professores sobre o processo de impressão dos protótipos disponíveis no site;
- Desenvolver um site, que tem como intuito ser um repositório digital para os materiais selecionados, que visam a inclusão de alunos com TEA no contexto escolar.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para o Ensino de Ciências, o tratamento inclusivo é capaz de aprimorar os processos de ensino aprendizagem, mas é preciso que os docentes sejam preparados para trabalhar esse tipo de abordagem. Partimos do princípio de que a criação de um repositório online de modelos de produtos educacionais tridimensionais, utilizando a Neuroeducação como fundamento, possa contribuir para uma maior aderência desta tecnologia no contexto educativo, sendo capaz de construir um aprendizado concreto nos discentes, tendo na tecnologia um recurso capaz de auxiliar na aprendizagem. Com isso, pretendemos trazer alguma contribuição para o Ensino de Ciências, com um produto que poderá ser utilizado por profissionais da educação em diferentes níveis escolares.

Talvez o principal desafio que a Educação Inclusiva encontra esteja relacionado ao despreparo da comunidade escolar para lidar com a inclusão, o que pode ser explicado, dentre outros fatores, pela falta de materiais didáticos voltados para a inclusão. Concordamos com Silva (2015) ao defender que a presença de profissionais qualificados é um fator decisivo para garantir a inclusão no contexto escolar, uma vez que estão preparados para interferir de forma criativa e estão instrumentalizados para compreender a realidade dos discentes, o que corrobora com a relevância deste estudo. Ainda segundo Silva (2015, p. 691):

A formação docente continua sendo um desafio na contemporaneidade, considerando que o tempo e as condições reais para sua concretização esbarram-se na volatilidade das propostas deste tempo presente. Esse processo é uma colcha tecida a múltiplos fios, com tons e cores diferentes. Cada um expressa seu compromisso e entendimento sobre educação e cidadania.

Com base no que foi exposto, acreditamos ser muito significativo a utilização de modelos em 3D na área de Ciências. No entanto, poucos profissionais têm domínio sobre as técnicas de modelagem. Por isso, o presente trabalho tem por objetivo divulgar modelos de peças em 3D que podem ser utilizadas no contexto do Ensino de Ciências em um repositório digital. A pesquisa se faz necessária pela falta de informações sobre esses

projetos de maneira centralizada e de fácil acesso, uma vez que se pretende dar um panorama geral sobre os projetos atuais e fornecer materiais para que professores e educadores em geral possam utilizar tais produtos.

## **2.1 - A tecnologia 3D e suas relações com o Ensino de Ciências**

Nos últimos anos, a tecnologia de impressão 3D vem ganhando espaço em diversos contextos. Para Queiroz et al (2019, p. 113), "A tecnologia da impressão 3D tem se tornado cada vez mais popular sendo aplicada e aderida continuamente em diversas áreas". Nesse sentido, essa tecnologia já começa a ser aplicada no contexto educacional como uma possibilidade de aprimorar os processos de ensino aprendizagem, uma vez que permite uma maior interação sensorial com o material impresso.

No trabalho de Pavan et al (2020), são evidenciadas algumas possibilidades de abordagens da tecnologia 3D relacionadas ao ensino - em termos intelectuais e estruturais -, pesquisa - com a formação dos profissionais - e extensão - com a oferta de outras formas de ensino, tanto para a comunidade acadêmica quanto para o público interessado pelo tema. A criatividade é outro fator que pode ser impulsionado nesse contexto, uma vez que estimula a criação de novos projetos e garante aos alunos maior autonomia e participação no processo de ensino aprendizagem.

Uma das principais formas de popularização em massa de protótipos tridimensionais se dá a partir do compartilhamento de modelos em repositórios virtuais, tal qual a proposta do presente trabalho, o que torna esses produtos acessíveis ao público em geral - nesse caso, a comunidade de educadores, em específico. Os protótipos podem ser baixados já no formato STL, que é uma abreviatura em língua inglesa, cuja tradução para a língua portuguesa é estereolitografia. A partir desse formato, determinado conjunto de triângulos são conectados e, a partir da superfície geométrica criada, o objeto tridimensional toma forma (WANG; CHANG, 2007).

Mayer (2013) defende que um dos principais entraves para que os alunos consigam compreender os conteúdos abordados no contexto do Ensino

de Ciências estão associados à falta de interação entre teoria e prática. Com o aumento expressivo da disponibilidade tecnológica e tendo em vista a diversidade metodológica que esse acervo nos traz, novas oportunidades de aprendizagem surgem. Ao considerar materiais didáticos planejados a partir da tecnologia 3D esse obstáculo pode ser superado. Nesse sentido, Oliveira et al (2022, p. 45) apontam que:

Nessa perspectiva, a tecnologia que faz uso da impressora 3D tem obtido muito destaque na educação, uma vez que possui grande potencial no espaço educativo por favorecer a elaboração de objetos complexos como formas geométricas, células animais, bem como a representação virtual de uma usina hidrelétrica, que se alie aos conceitos de ciências em seu projeto de desenvolvimento.

Entretanto, é impossível falar sobre propostas para o Ensino de Ciências sem mencionar a formação de professores. Aguiar (2016) comenta sobre a ausência de um método que oriente a utilização das tecnologias de impressão 3D como instrumentos didáticos para o Ensino de Ciências. Muitos professores não têm familiaridade com esse tipo de tecnologia e, por conseguinte, acabam não explorando suas possibilidades para o trabalho em sua disciplina. Portanto, é importante que haja alguma instrução para esses profissionais, a fim de capacitá-los na criação de modelos 3D ou, ainda, na utilização de modelos já prontos, disponíveis na internet.

### **2.1.1 - O Potencial da Impressão 3D na Educação Inclusiva: estímulos sensoriais, neuroeducação e aprendizagem**

Ferreira (2019, p. 19), considera que “A impressão 3D apresenta-se atualmente como uma tecnologia de elevado potencial, [...] onde é aproveitada com múltiplas finalidades em diversas áreas”. Nesse sentido, redes de ensino de diferentes níveis começam a incorporar a tecnologia da impressão 3D em suas atividades, facilitando o trabalho com temáticas de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática (STEAM). Para Martin et al (2014), a impressão 3D assume um papel como um novo artefato de ensino e aprendizagem, tornando os alunos agentes ativos no processo de aquisição de conhecimentos e, além disso, para Ford e Minshall (2019), ela também

introduz novas habilidades e oportuniza novas maneiras de ensinar e aprender.

Uma vez que peças em 3D podem ser manuseadas pelos estudantes, isso pode potencializar o aprendizado, tendo em vista que permite uma interação com a peça produzida a partir de estímulos sensoriais, que pode ser melhor compreendido com os estudos em neurociência cognitiva. Geralmente, quando se fala em neurociências, é comum que a primeira associação a ser feita seja com o campo da Biomedicina. Entretanto, uma área que vem crescendo nos últimos anos é a Neuroeducação, que alia os estudos da Neurociência e da Educação. Estudos, como os de Lisboa (2014), tratam de analisar a aproximação entre os dois campos, enquanto outros estudos já relatam sobre os benefícios da Neuroeducação.

Pesquisas recentes vêm corroborando com a afirmação de que o ambiente interfere no aprendizado. Um aluno inserido em um ambiente repleto de estímulos terá os processos de aprendizagem mais aprimorados do que aqueles que foram expostos a poucos estímulos. Kolb (1984, p. 20-21 - tradução nossa), em sua teoria da aprendizagem experiencial, defende que a experiência é central para o desenvolvimento e essa teoria se diferencia

de teorias racionalistas e outras teorias cognitivistas que tendem a dar ênfase primordial à aquisição, manipulação e uso de símbolos abstratos, e de teorias comportamentais de aprendizado que negam qualquer papel à consciência e à experiência subjetiva no processo de aprendizado. Deve-se enfatizar, no entanto, que o objetivo não é colocar a teoria da aprendizagem experiencial como uma terceira alternativa para as teorias de aprendizagem comportamental e cognitiva, mas sim sugerir, através da teoria da aprendizagem experiencial, uma perspectiva holística e integrativa da aprendizagem, que combina experiência, percepção, cognição e comportamento.

Para Cosenza e Guerra (2011, p. 34) “a interação com o ambiente é importante porque é ela que confirmará ou induzirá a formação de conexões nervosas e, portanto, a aprendizagem”. Outro fator crítico de sucesso no processo de aprendizagem é a emoção que, para a Neuroeducação, é um fenômeno que indicam a presença de um fato importante/significante em um tempo específico na vida de um indivíduo (COSENZA; GUERRA, 2011), além

de ser um sinalizador de que algo importante está acontecendo e, por isso, deve ser considerada e observada no processo educacional.

Oliveira (2015, p. 24), nos diz que “a neurociência também afirma que trabalhar com atividades prazerosas e desafiadoras facilita as sinapses e fortalece as redes neurais dos estudantes”. Nosso cérebro possui a capacidade de reorganizar continuamente as informações à medida que vivenciamos novas experiências. No campo da Neurociência, essa reorganização é chamada de plasticidade cerebral ou neuroplasticidade. Para Relvas (2012), a aprendizagem é alcançada por meio de conexões neurais, podendo ser fortalecidas ou não, de acordo com a qualidade da intervenção pedagógica, que deve ser rica em possibilidades e pensada de forma inclusiva.

## **2.2 - Ensino de Ciências para pessoas com Transtorno do Espectro Autista**

A importância da presença do Ensino de Ciências no currículo da Educação Básica é indiscutível, estando presente - mesmo como tema transversal - em todas as etapas escolares. No entanto, com as novas propostas curriculares previstas pelo novo Ensino Médio, ficou definida uma nova organização curricular, que contempla a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e itinerários formativos, que supõem “o aprofundamento em uma ou mais áreas curriculares, e também, a itinerários da formação técnica profissional” (BRASIL, 2018, p.468).

A partir disso, a educação científica perdeu espaço, uma vez que as novas diretrizes curriculares priorizam o ensino de Matemática e Língua Portuguesa. A consequência imediata é que debates científicos são pouco abordados, uma vez que há agora um tempo menor para se trabalhar uma maior quantidade de conteúdos. Assim, é necessário que políticas públicas sejam formuladas, em prol de ações que permitam aos estudantes um engajamento científico crítico e eficaz, seja no contexto da educação formal ou informal. Nesse cenário, ganham destaque os museus e centros de ciências

que, enquanto espaços de divulgação científica, buscam promover a socialização do conhecimento científico para todos de forma democrática, igualitária e inclusiva.

As atividades voltadas para o Ensino de Ciências, em especial para a Educação Básica, devem ser pautadas em temáticas que possuem relações com questões presentes no cotidiano das crianças. A ludicidade também é um fator importante para assuntos voltados para a área de Ciências, uma vez que os conteúdos abordados podem ser, por vezes, abstratos para serem visualizados a partir da utilização de poucos recursos - tal qual o quadro branco e a caneta, apenas. Lima e Loureiro (2019) apontam que tais questões, quando presentes no Ensino de Ciências, contribuem para o desenvolvimento cognitivo do educando, ampliando suas percepções sobre fenômenos presentes em seus cotidianos e suas capacidades de abstração e comunicação.

O transtorno do espectro autista (TEA) é considerado um distúrbio do desenvolvimento neurológico de aparecimento precoce (desde a infância), caracterizado por dificuldades de aprendizagem, déficits nas habilidades sociocomunicativas e de comportamentos estereotipados (APA, 2013). Griesi-Oliveira e Sertié (2017, p. 233) destacam em seu trabalho que o fenótipo das pessoas autistas pode variar muito, “abrangendo desde indivíduos com deficiência intelectual grave e baixo desempenho em habilidades comportamentais adaptativas, até indivíduos com quociente de inteligência normal, que levam uma vida independente”. Observa-se ainda a presença do TEA associado a outras condições médicas como epilepsia, transtornos genéticos e limitação no desenvolvimento das habilidades motora ou sensorial.

Considerando as especificidades do aluno autista, a introdução do Ensino de Ciências em sua formação tende a trazer importantes contribuições para o seu desenvolvimento, uma vez que a educação científica tem grande potencial para a promoção das habilidades de uma criança, tais como o desenvolvimento do pensamento abstrato, da linguagem e da comunicação

(CARVALHO, 2010). A perspectiva histórico-cultural, a partir dos estudos de Vigotski sobre Defectologia, supera as fronteiras impostas pela natureza pelo determinismo biológico (desigualdades inatas). Ele considera que a desigualdade não é inata, mas sim socialmente construída por situações concretas.

Assim, sem desconsiderar as funções orgânicas, ele diz que estas não determinam os processos de desenvolvimento por si, mas as determinações são múltiplas e estão enraizadas na vida social (tem que se considerar a dimensão orgânica, social, cultural, ideológica, política e econômica do modo de organização social). Nesse sentido, Vigotski afirma que: “É a sociedade e não a natureza que deve figurar em primeiro lugar como fator determinante da conduta do ser humano” (VIGOTSKI, 1995, p. 89). Para Shuare (2017, p. 72):

Em nenhuma outra área, como a defectologia, na clínica das afecções cerebrais e na psicopatologia talvez se descubra o caráter profundamente humanista da concepção de Vigotski. Aí, na enfermidade, no defeito, na insuficiência e na incapacidade desenham-se plenamente as perspectivas de sua teoria, cujo núcleo de sentido é o profundo otimismo nas possibilidades do homem como sujeito da atividade, criador de sua própria história, artífice do seu desenvolvimento.

Estudos epidemiológicos evidenciam que a prevalência global do TEA aumentou entre 20 e 30 vezes, desde os primeiros estudos na década de 1940 (BARBOSA et al., 2015). De acordo com os dados da Organização Pan Americana da Saúde, uma em cada 160 crianças possui o Transtorno Espectro Autista (OPAS, 2017). Os dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2021) mostram que o aumento no total de matrículas de estudantes com TEA chegou a 1061% no acumulado do período de 2011 a 2021.

No que tange aos direitos do indivíduo com TEA, foi sancionada no Brasil a Lei 12.764 que institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista (BRASIL, 2012). Embora existam no Brasil legislações voltadas para a inclusão desse público, “ainda há muitas instituições que apenas inserem esses alunos, não se preocupando com o seu desenvolvimento” (TEODORO et al., 2016, p. 132). Por ser o autismo um

espectro, não existem dois autistas iguais, por isso, o cuidado e o processo educativo precisam ser individualizados, uma vez que cada sujeito é único e possui suas próprias particularidades. Dessa maneira, ensinar Ciências para a criança autista é ampliar as suas possibilidades e oportunidades.

No contexto das Tecnologias Assistivas (TAs), recursos de apoio para a comunicação utilizam-se de recursos de baixa tecnologia, como os cartões, pranchas e pastas de comunicação com símbolos e recursos de alta tecnologia, sendo um exemplo os vocalizadores e softwares destinados para este fim (SARTORETTO e BERSCH, 2010).

A Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) engloba um conjunto de procedimentos e processos que visa maximizar a comunicação, complementando ou substituindo a fala e/ou a escrita. O recurso é de Comunicação Aumentativa quando usado para "complementar" a fala existente e de Comunicação Alternativa quando usado "no lugar" da fala ausente ou não funcional.

### **2.3 - A inclusão de alunos com TEA e as tecnologias assistivas**

Quando falamos em Educação Inclusiva a principal referência é a Declaração de Salamanca, que se configura como um marco para esta modalidade, e afirma que "as crianças e jovens com necessidades educativas especiais devem ter acesso às escolas regulares, que a elas se devem adequar através duma pedagogia centrada na criança, capaz de ir ao encontro destas necessidades" (UNESCO, 1994, p. 2). Apesar de já terem se passado quase 3 décadas, a situação da inclusão ainda não contempla todos os que dela dependem.

Esforços para que a escola seja, de fato, inclusiva, atravessam diversos fatores, como os profissionais da educação, a legislação vigente e políticas públicas que visem a garantia desse direito. Essa questão é reforçada por Camargo (2012), que defende que a Educação Inclusiva é responsabilidade de todos, tanto da escola como da sociedade. Sendo assim, é imprescindível que as práticas docentes estejam alinhadas com tais objetivos, em prol da garantia

e manutenção de direitos. Camargo (2012, p. 15) também nos diz que “a busca por uma didática inclusiva não é simples, deve superar os modelos pedagógicos tradicionais, enfatizando o impacto de variáveis específicas na implementação de uma educação para todos”. Nesse sentido, Mantoan (2015, p. 36) destaca que:

A inclusão não prevê a utilização de práticas de ensino escolar específicas para esta ou aquela deficiência e/ou dificuldade de aprender. Os alunos aprendem nos seus limites e se o ensino for, de fato, de boa qualidade, o professor levará em conta esses limites e explorará convenientemente as possibilidades de cada um. Não se trata de uma aceitação passiva do desempenho escolar, e sim de agirmos com realismo e coerência e admitirmos que as escolas existem para formar as novas gerações, e não apenas alguns de seus futuros membros, os mais capacitados e privilegiados.

Portanto, docentes devem estar preparados para receber toda a diversidade de público possível para o contexto escolar, sejam estes sujeitos portadores de alguma necessidade especial ou neuroatípicos, assim como estão preparados para os neurotípicos. Mesmo com o apoio legislativo e em meio a pesquisas que buscam melhorias para a inclusão no contexto escolar, ainda temos uma sociedade excludente, onde em grande parte os alunos não são incluídos no ensino e na sociedade. Essa questão reforça a necessidade de formação específica para que professores adquiram práticas inclusivas no cotidiano escolar.

Ao utilizar Tecnologias Assistivas (TAs) no contexto escolar, novas possibilidades surgem no sentido de favorecer o desenvolvimento dos discentes, contribuindo para que estes possam ampliar suas possibilidades de aprendizado a partir do produto educacional utilizado para determinado fim. Nesse sentido, Conte et al (2017, p. 13) ressaltam que:

Recentemente, verifica-se uma grande diversidade de recursos tecnológicos para assegurar condições de acesso e reabilitação de pessoas com limitações em termos de incapacidades sensoriais, motoras, cognitivas e de aprendizagem, de linguagem e oralidade, de mobilidade e autonomia, do relacionamento interpessoal e da participação social, abrindo para outras sensibilidades e para a melhor expressão e contextualização dos problemas educativos e de uma cidadania crítica. De modo geral, os dispositivos de inclusão lidam com as diferenças e o respeito às diversidades dos sujeitos, que não se faz na invisibilidade ou na ausência de diálogo em relação às resistências, mas reconhecendo o outro como um ser

diferente e politicamente legítimo, cuja relação baseia-se no respeito mútuo, na confiança solidária e na colaboração.

A Tecnologia Assistiva (TA) é uma área que compreende produtos, recursos e serviços destinados às pessoas com deficiência, mobilidade reduzida e pessoas idosas, tendo como objetivo proporcionar mais autonomia, independência e qualidade de vida para essas pessoas. No Brasil, a Lei nº 13.146/2015, conhecida como Lei Brasileira da Inclusão (LBI), conceitua Tecnologia Assistiva como (BRASIL, 2015, p. 01):

produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

No contexto educacional, a TA para estudantes com deficiência pode ser o fator diferencial entre o poder e o não poder realizar determinadas tarefas. Burgstahler (2003) apresenta alguns exemplos das possibilidades que a TA oferece para estudantes com deficiência no contexto educacional, como independência na realização de tarefas, participação em discussões e autonomia. Sendo assim, o uso das TAs na educação possui perfil propositivo e busca resolver as dificuldades dos estudantes, propondo alternativas para que possam participar com autonomia das atividades escolares (BERSCH, 2009). A impressão 3D pode ser usada na confecção de recursos e dispositivos de TA, auxiliando assim no fortalecimento da Educação Inclusiva.

O serviço de tecnologia assistiva no contexto educacional tem por objetivo prover e orientar a utilização de práticas que ampliem habilidades dos estudantes, favorecendo sua autonomia e participação nas atividades escolares. Os serviços de TA no contexto educacional devem considerar as necessidades e habilidades de cada estudante, a tarefa que ele busca desempenhar e o ambiente em que o recurso de TA será utilizado. A partir do levantamento desses fatores, é possível indicar possibilidades de recursos de TA que venham a atender a demanda do estudante. Nessa conjunção entre estudante, tarefa, contexto e recurso é que pode-se avaliar a performance do

estudante e, assim, avaliar as possíveis necessidades de melhorias no processo ou sua adequação.

Ao concentrar nossos olhares para os sujeitos com TEA e o lugar que as deficiências ocupam nos múltiplos modos de se constituir como indivíduo, é possível resgatar as investigações de Vigotski (1997) sobre o desenvolvimento humano e sua teoria histórico-cultural, que pressupõe que é por meio das interações sociais que o indivíduo desenvolve suas funções psicológicas. Parte dos seus estudos sobre defectologia buscaram entender questões como a diversidade dos modos de se constituir como ser humano, o papel da educação e o potencial do trabalho pedagógico (que residia onde as ações médicas já não davam mais conta), a educação e o desenvolvimento da criança com deficiência diante das condições sociais concretas de vida. Para Shuare (2017, p. 72):

Em nenhuma outra área, como a defectologia, na clínica das afecções cerebrais e na psicopatologia talvez se descubra o caráter profundamente humanista da concepção de Vigotski. Aí, na enfermidade, no defeito, na insuficiência e na incapacidade desenham-se plenamente as perspectivas de sua teoria, cujo núcleo de sentido é o profundo otimismo nas possibilidades do homem como sujeito da atividade, criador de sua própria história, artífice do seu desenvolvimento

Em seu trabalho, Shuare (2017) se concentra em discutir a respeito do potencial da obra de Vigotski para que possamos pensar sobre a inclusão no contexto escolar e como a deficiência é concebida como uma condição humana no escopo dessa teoria.

## **2.4 - Metodologias ativas no Ensino de Ciências**

Quando pensamos em inovações pedagógicas, é imprescindível que se pense também em metodologias que se adequem às inovações propostas. Nesse contexto, as metodologias ativas têm ganhado destaque no cenário educacional, sendo caracterizada por Bacich e Moran (2017, p. 23) como metodologias que

englobam uma concepção do processo de ensino e aprendizagem que considera a participação efetiva dos alunos na construção da sua aprendizagem, valorizando as diferentes formas pelas quais eles

podem ser envolvidos nesse processo para que aprendam melhor, em seu próprio ritmo, tempo e estilo.

Dentro desse cenário surge a personalização do ensino, que está relacionada com a ideia de que o estudante não mais recebe a informação pronta do professor, até mesmo porque a informação hoje está acessível na internet, e não recebe também orientações sobre o que deve fazer. A estrutura da aula deixa de ser centrada nas orientações do professor e passa a ser centrada na ação do aluno sobre os conhecimentos que precisam ser trabalhados. Para isso, professores e estudantes planejam o caminho de aprendizagem que deve ser seguido (BACICH et al, 2015).

O professor atua como orientador do percurso e o estudante tem mais autonomia e responsabilidade para explorar, por meio dos recursos que tiver disponível, aqueles conhecimentos que integram o currículo - ou que extrapolam o currículo. Essas aulas são desenvolvidas por meio de pesquisas, discussões, construção de protótipos e uma infinidade de possibilidades que podem ser criadas a partir do levantamento de ideias coletivas.

A personalização não está atrelada à ideia de que o ensino vai ser diferente para cada aluno, mas ao fato de que professores e estudantes construirão caminhos personalizados para se chegar aos resultados desejados: a aprendizagem. Por isso, o valor é atribuído ao percurso, ou seja, à experiência. Inspirados na ideia de personalização, muitos professores criam estratégias inovadoras para conduzir suas aulas. Isso porque percebem que seus alunos não estão aprendendo com seus métodos convencionais ou porque realmente querem inovar em suas aulas.

Em função desse movimento de personalização ou de reflexão sobre as práticas docentes, hoje temos uma gama diversificada de metodologias que são chamadas de metodologias ativas. Tais metodologias buscam atribuir um papel de protagonismo aos alunos, que deixam de receber a informação do professor, para partir em busca de aprendizagens.

### 3. METODOLOGIA

Este trabalho teve como perspectiva a criação de um produto tecnológico, cujo objetivo residiu em desenvolver um repositório para professores da Educação Básica terem acesso a arquivos de modelos tridimensionais para serem impressos em impressoras 3D.

Para a realização deste estudo, primeiramente nos concentramos em estudar a interface da plataforma *Google Sites*, nos familiarizando com os elementos disponíveis para, posteriormente, iniciar a construção da estrutura do sítio eletrônico, que tem o intuito de servir como um repositório de modelos 3D que podem ser utilizados para o Ensino de Ciências. O *site* conta com um encadeamento de questões relacionadas à temática da impressão 3D e suas relações com a Educação Inclusiva e a Neuroeducação.

Em conjunto com a criação do *site* - nomeado como “NEUROAUTISMO-3D: materiais inclusivos” -, por meio da metodologia qualitativa, fizemos uma curadoria dos produtos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa Sinapse Lab, do Instituto Federal do Rio de Janeiro, que são produzidos para a impressora 3D e voltados para a Educação Inclusiva.

Por meio desse levantamento, tecemos breves considerações a respeito dos produtos a partir dos seguintes aspectos: possibilidades de temas a serem abordados, apresentação da proposta e materiais disponíveis para o professor. Nesse sentido, tal análise nos forneceu subsídios para a criação do repositório/*site* proposto neste estudo.

A criação do manual sucedeu-se da seguinte forma:

1. Definição do objetivo: fornecer orientações e instruções sobre como utilizar os modelos 3D disponibilizados no site;
2. Definição do público-alvo: professores que atuam na Educação Básica;
3. Conteúdo: os conteúdos foram selecionados buscando objetividade e clareza na exposição dos conceitos técnicos, a fim de evitar que a leitura seja cansativa.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O percurso metodológico da presente proposta foi norteado pelas etapas descritas na metodologia, capítulo anterior. Dentre os materiais que foram selecionados para compor o acervo do site, destacam-se aqueles produzidos para a impressora 3D, que são:

- Modelo de arcada dentária;
- Modelos de peças mecânicas;
- Modelo de olho humano.

Além dos modelos produzidos para a impressora 3D, o site também conta com um acervo de textos acadêmicos que vão de encontro com as temáticas propostas, caracterizando-se como um material complementar para os produtos educacionais tridimensionais.

Outro recurso importante que foi produzido nesta pesquisa para compor o site é o manual para professores, que tem como intuito servir como um guia prático para auxiliar os professores na utilização das peças 3D que estão disponíveis no site.

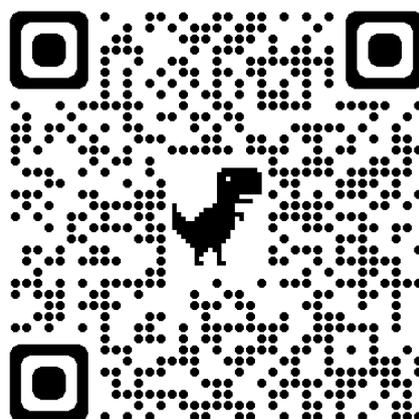
### **4.1 O site "NEUROAUTISMO 3D: materiais inclusivos"**

Muitos profissionais da área da Educação buscam melhorias para suas intervenções e podem buscar na internet possibilidades para suas aulas. Uma dessas possibilidades é a utilização de materiais feitos para a impressora 3D, que se encontram espalhados em sites institucionais, muitas vezes dentro do texto de uma dissertação ou tese, e até mesmo em arquivos privados, que privam seu acesso ao seu público alvo - os educadores. Foi nessa intenção que sentimos a necessidade de constituir um repositório que disponibilizasse um acervo desses materiais, que são voltados para a inclusão no Ensino de Ciências. Sabendo que um site pode se comportar como um repositório online, que armazena e disponibiliza na rede materiais de forma gratuita, garantindo visibilidade e reutilização em diversas aplicações.

Para a realização deste estudo, a primeira etapa previu o estudo da interface da plataforma *Google sites*, na qual foi possível adquirir familiaridade com os elementos disponíveis para, posteriormente, iniciar a construção do *site*. Sua estrutura conta com um encadeamento de conteúdos voltados para a inclusão no Ensino de Ciências, bem como seus desdobramentos na área de STEAM da tecnologia 3D no contexto da produção de materiais didáticos. Em cada sessão, também é possível encontrar sugestões de leituras de artigos que versam sobre as temáticas.

Abaixo iremos tecer algumas considerações a respeito da intencionalidade por trás de cada página do *site*, explicitando suas relações com a proposta desta pesquisa. Conforme já foi exposto, esse trabalho teve como objetivo a criação do *site* “NEUROAUTISMO-3D: materiais inclusivos”<sup>1</sup> - um repositório digital, ligado ao grupo de pesquisa Laboratório de Neurociência, Design e Divulgação Científica (Sinapse Lab), do Instituto Federal do Rio de Janeiro. O site pode ser acessado através do QR code da Figura 1.

**Figura 1:** QR Code para acessar o *site* *NEUROAUTISMO-3D: materiais inclusivos*



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2022.

A proposta do site é garantir aos educadores e, também, aos estudantes acesso a materiais didáticos modelados a partir da tecnologia 3D. Seu objetivo

---

<sup>1</sup><https://sites.google.com/view/neuro3d/página-inicial>

também cerca a possibilidade de disponibilizar aos pesquisadores da área da Educação, em especial a Educação Inclusiva e a Neuroeducação, de maneira mais acessível, despertando o desejo e a realização de pesquisas relacionadas a essas temáticas.

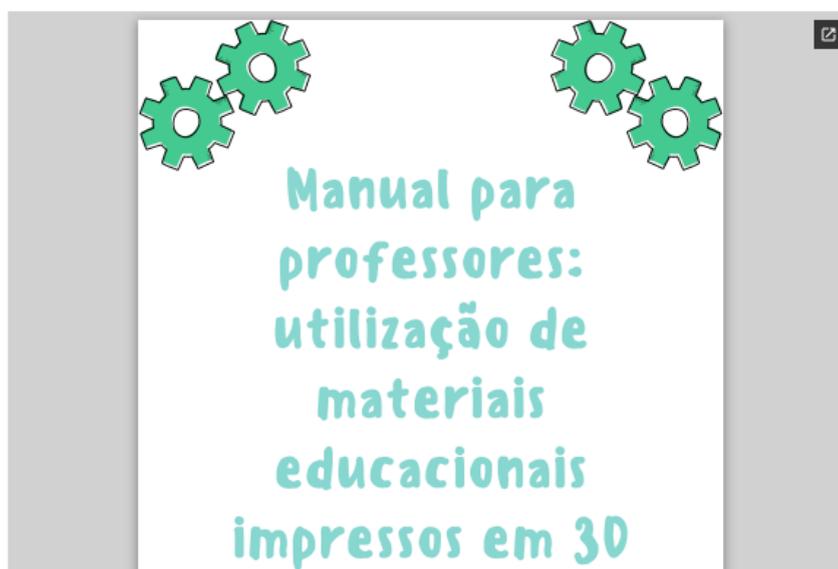


**Fonte:** Dados da pesquisa, 2022.

Na tela inicial do *site* é possível encontrar os objetivos do projeto Neuro3D Inclusiva e, também, acesso a todas as páginas que o compõem. Assim, ao acessar o *site* o leitor poderá se familiarizar com os objetivos do *site* e ter uma noção inicial de seu conteúdo. Ainda nessa página é possível conhecer sobre o Espaço Ciência Interativa (ECI), museu localizado no IFRJ - campus Mesquita, que é um órgão parceiro no desenvolvimento e aplicação dos produtos 3D.

Na página “Modelos 3D” é possível encontrar os protótipos disponíveis no site e, também, um manual desenvolvido para auxiliar os professores que visitarem o site. No manual estão presentes algumas instruções referentes aos procedimentos para a impressão dos protótipos dos materiais didáticos em 3D. Além disso, também é feita uma breve contextualização do seu uso no mundo e, em especial, no contexto educacional.

**Figura 3:** Manual para professores sobre a utilização dos protótipos



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2022.

As páginas que compõem o site são: STEAM, Educação Inclusiva, Sobre TEA e Modelos 3D. A escolha dessas páginas se deu a partir do referencial teórico utilizado para nortear este estudo. Em cada página é possível encontrar uma breve discussão a respeito dessas temáticas e sugestões de leituras para aqueles que se interessarem pelo tema. Os textos sugeridos estão relacionados com as palavras-chave deste trabalho. Na página dos modelos 3D ainda é possível encontrar um pequeno manual, produzido pelos autores, para auxiliar os educadores na utilização dos protótipos disponibilizados no site.

**Figura 4:** Repositório de protótipos de materiais educacionais produzidos para a impressora 3D: arcada dentária

#### 1 - ARCADA DENTÁRIA

Diversas atividades podem ser planejadas com o protótipo de uma arcada dentária em uma boca humana, visando estimular diferentes habilidades da criança.

Abaixo você encontra os modelos em 3D para trabalhar com atividades voltadas para a saúde bucal e alimentação. Também está disponibilizado o e-book com sugestões de atividades, oficinas e arcabouço teórico referente a esse material didático.

TÍTULO	ÚLTIMA MODIFICAÇÃO
 boca criança - mandíbula e dentes - inferior.stl.stl	6 de fev.
 boca criança - mandíbula e dentes - superior.stl.stl	6 de fev.

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2022.

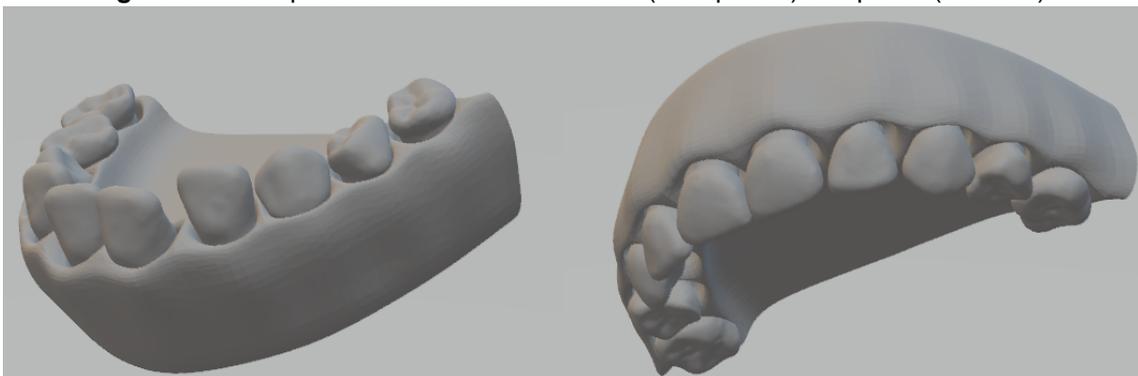
Ainda na página dos modelos 3D é possível encontrar os protótipos que foram desenvolvidos até então pelo grupo de pesquisa Sinapse Lab. São eles: arcada dentária, engrenagens e olho humano.

#### 4.2 Os protótipos disponíveis no site

Partindo dos dados apresentados, é importante fazer uma análise reflexiva do que foi obtido, compreendendo como essas informações podem auxiliar a sociedade e, principalmente, o meio educacional. Com essa compreensão mais apurada, é possível fazer inferências acerca das contribuições de pesquisas realizadas e de como estas podem tornar-se possibilidades para a prática pedagógica e influenciar, de forma positiva, o processo de ensino e aprendizagem de discentes, acarretando mudanças na forma estabelecida de ensinar e aprender.

O primeiro protótipo a ser abordado é a arcada dentária (Figura 5), que trata sobre saúde bucal e alimentação e foi criada especialmente para contemplar a inclusão de crianças com TEA. Existe uma cartilha, intitulada “Saúde bucal, alimentação e o Transtorno do Espectro Autista”, produzida por pesquisadores do Sinapse Lab, com instruções gerais sobre a utilização e propostas de aplicação desse protótipo no contexto educacional. Tanto o protótipo quanto a cartilha estão disponíveis no site.

**Figura 5:** Protótipo da arcada dentária inferior (à esquerda) e superior (à direita)

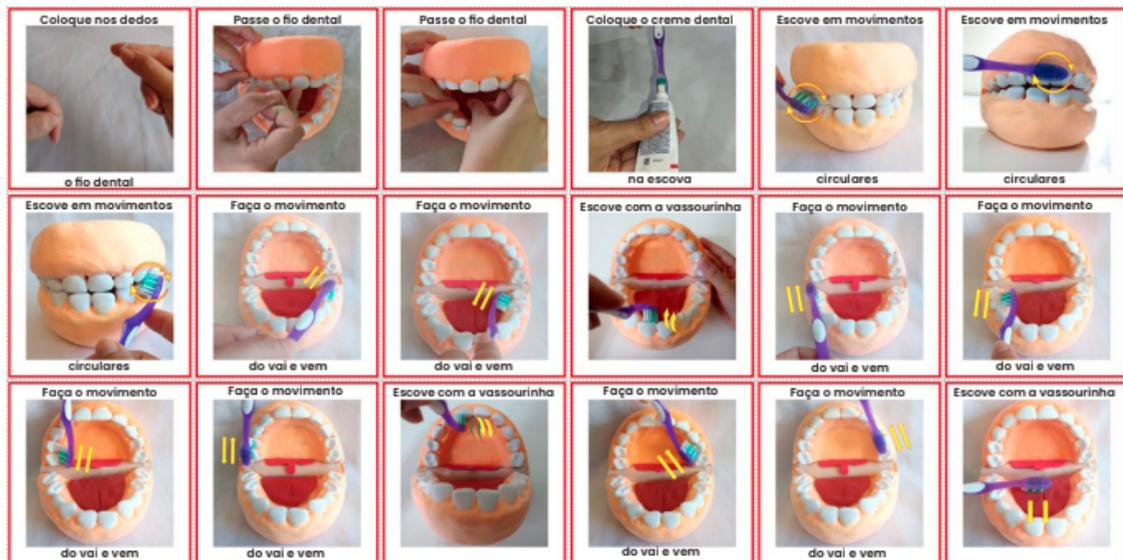


**Fonte:** Dados da pesquisa, 2022.

De acordo com a cartilha, a justificativa para a utilização desse material didático se dá tanto pela sua durabilidade quanto pela reprodução fidedigna

dos dentes de acordo com suas disposições na arcada dentária infantil. Além disso, também são sugeridas duas possibilidades para trabalhar a temática junto de crianças com TEA: uma através de uma oficina, chamada de “Cuidados com os meus dentinhos” e outra a partir da apresentação de pranchas de Comunicação Aumentativa Alternativa (CAA).

**Figura 6:** Pranchas de CAA proposta para a oficina *os cuidados com os meus dentinhos*



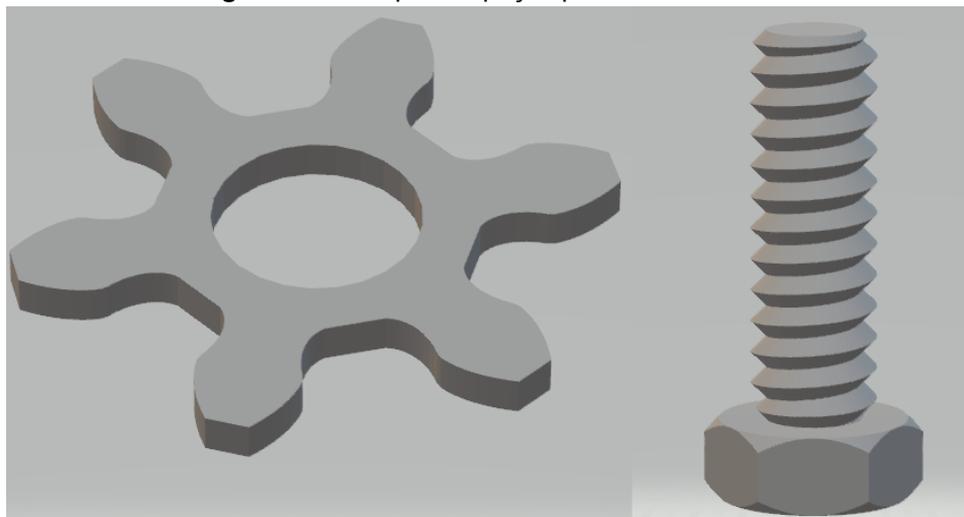
**Fonte:** PEREIRA et al, 2022.

Ainda na cartilha são destacados os procedimentos para a modelagem da boca infantil e prototipagem da arcada dentária infantil em programas de modelagem 3D e sua posterior impressão. A seguir, são descritos o passo a passo para o acabamento e a finalização da boca com a arcada dentária infantil. Nos capítulos seguintes, as propostas para a aplicação de atividades utilizando o protótipo são aprofundadas e são ampliadas as possibilidades para a aplicação do material. Esse material permite explorar e exercitar algumas habilidades cognitivas das crianças, tais como a função matemática (diferença na quantidade de dentes inferiores e superiores), função de leitura/escrita (a partir da contação de histórias - uma das propostas de atividades, sugeridas pela cartilha) e função motora (a partir da coordenação dos movimentos com a escova no processo de escovação).

Tendo como objetivo a valorização e promoção das habilidades das crianças com TEA, podemos pensar nesse material a partir da perspectiva histórico-cultural que, de acordo com Vigotski (1997), defende a necessidade do processo educativo não se restringir às limitações e deficiências da criança, mas gerar oportunidades, estímulos e situações que a impulsionam para o caminho que propicie a aprendizagem.

O segundo protótipo são peças desenvolvidas para fomentar a cultura Maker (Figura 5). Esse produto foi desenvolvido como proposta de uma dissertação de mestrado profissional em Ensino de Ciências, do IFRJ campus Nilópolis, desenvolvido por Arthur Fernandes de Lima Costa Resende, em 2022. O autor também desenvolveu uma cartilha, com discussões sobre o produto educacional desenvolvido, que também foi disponibilizada no site. A cartilha trata das atividades em contexto com a abordagem STEAM, configurando-se como um guia prático para sanar dúvidas a respeito de como aplicar atividades utilizando esses materiais em sala de aula.

**Figura 7:** Protótipo das peças para cultura Maker



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2022.

A atividade proposta na cartilha está pautada em um jogo e, apesar de não ter sido pensada especificamente para alunos com TEA, acreditamos que o material pode ser utilizado levando-se em conta a inclusão de todos os sujeitos - tanto neurotípicos quanto neuroatípicos. Os autores defendem que a atividade deve ser elaborada de forma a permitir que o educando reflita sobre seu contexto social e local (RESENDE; PEREIRA, 2022). Sendo assim, é proposta a construção de uma ponte elevadiça utilizando as peças modeladas em 3D. Assim, o jogo consiste em encaixar um sistema de engrenagens capaz de recolher e descer a ponte levadiça. Para atingir o objetivo, os alunos devem escolher as engrenagens - que possuem tamanhos diferentes - e estabelecer relações de giros para se chegar ao resultado esperado.

Esse produto vai de encontro com as propostas de ensino da cultura maker<sup>2</sup>, que se baseia na concepção de conferir aos estudantes um papel mais ativo na construção dos conhecimentos, a partir da manipulação de materiais com o objetivo de fabricar, reparar e alterar objetos de diferentes tipos (MARINI, 2019). Um aspecto importante, que ganha destaque nesse formato de ensino é a importância da interação com objetos para a construção dos

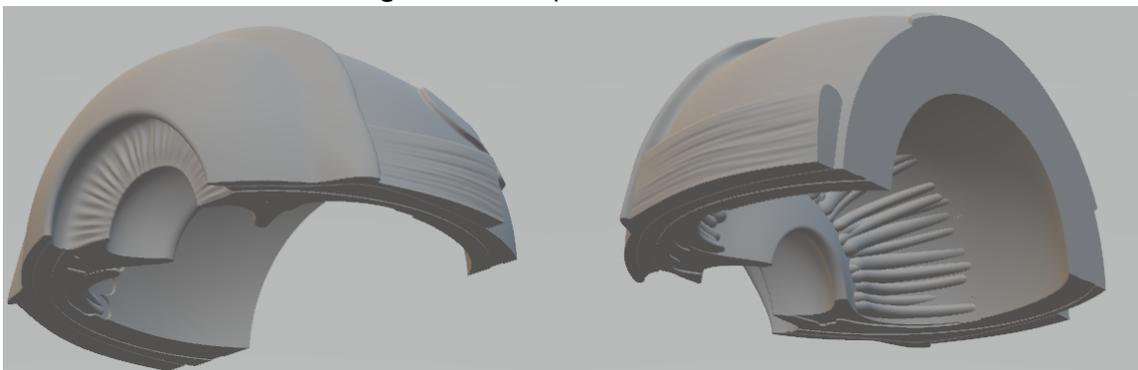
---

<sup>2</sup> A palavra *maker* tem origem na língua inglesa e traz a ideia de “construtor”, no sentido de criador ou fabricante.

conhecimentos. A utilização de impressoras 3D para confeccionar essas peças é fundamental, pois tornam possível o desenvolvimento de acessórios cuja intencionalidade seja propor um ensino pautado nessa prática (NEVES, 2018).

O terceiro protótipo disponível no site são protótipos de um olho humano, que pode ser utilizado para o estudo da formação de imagens, pela Óptica Geométrica (conteúdo das Ciências Físicas). O produto ainda está em fase de desenvolvimento e, por conta disso, ainda não possui um material complementar - como os dois apresentados anteriormente.

**Figura 8:** Protótipo do olho humano



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2022.

Os conteúdos de Física que são abordados no Ensino Fundamental têm como objetivo, além da abordagem conceitual dos conteúdos, evidenciar os saberes atrelados a elementos presentes no entorno e nas vivências dos estudantes. A partir desse material é possível abordar a temática da formação de imagens na perspectiva da neurociência, por meio de atividades baseadas em experimentos simples e na manipulação de objetos que reproduzem o fenômeno que está sendo estudado.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As novas tecnologias nos proporcionam diferentes possibilidades que visem contribuir para um aprimoramento de técnicas voltadas para os processos de ensino aprendizagem. A implementação de novos formatos de materiais podem causar mudanças substanciais no modo de interação entre os sujeitos da sala de aula, o que favorece a prática educativa.

O presente trabalho teve como principal objetivo criar um repositório que, sob perspectivas de estudos voltados para a Neuroeducação, contém um acervo de materiais educacionais que podem ser utilizados no Ensino de Ciências e com um caráter inclusivo. Concordamos com Mantoan (2015) sobre o que é uma escola inclusiva, que deve levar em conta a formação de todos os seus alunos, tanto os neurotípicos quanto os neuroatípicos.

A partir do referencial teórico, buscamos articular as temáticas aos quais os produtos selecionados visam contemplar, que são: Ensino de Ciências, Neuroeducação e Educação Inclusiva. Com isso, foi possível adicionar uma variedade de conteúdos no site desenvolvidos para a comunidade de educadores.

O site foi desenvolvido de forma a ser o mais intuitivo possível, apresentando uma interface de fácil utilização. Também desenvolvemos um manual para professores referente ao processo de aquisição dos materiais disponíveis, desde seu acesso até a impressão do produto final, a fim de facilitar o acesso e, conseqüentemente, a utilização desses materiais por docentes de todo o país. Todos os protótipos disponíveis no site foram desenvolvidos pelo grupo de pesquisa Sinapse Lab e, conforme novos produtos sejam criados, estes também serão adicionados no site.

Acreditamos que a proposta de implantação do repositório revela-se como viável devido sua demanda e originalidade, especialmente do ponto de vista do desenvolvimento de materiais produzidos para a impressora 3D, que é uma tecnologia ainda em fase de desenvolvimento no país (especialmente no

contexto educacional). Espera-se, ainda, contribuir com uma base para a elaboração de novas propostas de materiais com os mesmos fins.

## 6. REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. C. D. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências.**

Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista. São Paulo, p. 226, 2016.

American Psychiatric Association (APA). **Diagnostic and statistical manual of mental disorders.** 5th ed. Washington, DC: American Psychiatric Association, 2013.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática.** Penso Editora, 2017.

BACICH, L.; NETO, A. T.; TREVISANI, F. M. **Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação.** Porto Alegre: Penso, 2015.

BARBOSA, I. G.; RODRIGUES, D. H.; ROCHA, N. P.; SIMÕES-E-SILVA, A. C.; TEIXEIRA, A. L.; KUMMER, A. Propriedades psicométricas da escala de responsividade social-2 para transtornos do espectro autista. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 64, p. 230-237, 2015.

BERSCH, R. **Design de um serviço de tecnologia assistiva em escolas públicas.** Dissertação (Mestrado em Design) - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 231, 2009.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de Julho de 2015.** Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília DF, 2015.

BRASIL. Lei 12.764. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista; e altera o § 3o do art. 98 da Lei no 8.112, de 11 de dezembro de 1990, 27 de dezembro de 2012.

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

BUEHLER, E.; COMRIE, N.; HOFMANN, M.; HURST, A. Investigating the implications of 3D printing in special education. **ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)**, v. 8, n. 3, p. 1-28, 2016.

BURGSTHALER, S. The role of technology in preparing youth with disabilities for postsecondary education and employment. **Journal of Special Education Technology**, Vol. 18, Pgs. 7-19, 2003.

CAMARGO, E. P. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física**. São Paulo, Editora Unesp, 2012.

CAMPBELL, T.; WILLIAMS, C.; IVANOVA, O.; GARRETT, B. Could 3D printing change the world?: Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing. **Atlantic Council, Washington, DC**, v. 3, 2011.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. **Ciências no Ensino Fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 2010.

CONTE, E.; OURIQUE, M. L. H.; BASEGIO, A. C. Tecnologia Assistiva, direitos humanos e educação inclusiva: uma nova sensibilidade. **Educação em Revista**, v. 33, 2017.

COSENZA, R.; GUERRA, L. Neurociência e Educação: como o cérebro aprende. **Porto Alegre: Artmed**, 2011.

FERREIRA, B. T. **O Impacto da Impressão 3D em ORL**. Mestrado Integrado em Medicina, Faculdade de Medicina, Universidade de Lisboa, 2019.

FORD, S.; MINSHALL, T. Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. **Additive Manufacturing**, Elsevier, v.25, p.131-150, 2019.

GRIESI-OLIVEIRA, K.; SERTIÉ, A. L. Transtornos do espectro autista: um guia atualizado para aconselhamento genético. **Einstein (São Paulo)**, v. 15, p. 233-238, 2017.

KOLB, D. **Experiential learning**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1984.

KOLB, B.; GIBB, R.; ROBINSON, T. E. Brain Plasticity and Behavior. **Current directions in psychological science**. V.12, n.1, 2003.

LEITE, B. S. **Tecnologias no ensino de química: teoria e prática na formação docente**. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2018.

LEITE, W. S. S.; RIBEIRO, C. A. N. A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios. **Revista Internacional de Investigación en Educación**. vol. 5, núm. 10, julio-diciembre, p. 173-187, 2012.

LIMA, M. E. C. C., LOUREIRO, M. B. **Trilhas para ensinar ciências para crianças**. Belo Horizonte: Fino Traço. 2019.

LISBOA, F. S. "**O cérebro vai à escola**": um estudo sobre a aproximação entre Neurociências e Educação no Brasil. Tese de Doutorado. Univ. do Estado do Rio de Janeiro, 2014.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer?**. Summus Editorial, 2015.

MARINI, E. A expansão da Cultura Maker nas escolas brasileiras. **Revista Educação**, 2019.

MARTIN, Robert L.; BOWDEN, Nicholas S.; MERRILL, Chris. 3D printing in technology and engineering education. **Technology and engineering teacher**, v. 73, n. 8, p. 30, 2014.

MAYER, K. C. M.; PAULA, J. S; SANTOS, L. M. ARAÚJO, J. A, "Dificuldades encontradas na disciplina de ciências naturais por alunos do ensino

fundamental de escola pública da cidade de Redenção – PA,” **Revista Lugares de Educação [RLE]**, vol. 3, no. 6, pp. 230-241, 2013.

MERCADO, L. P. L. **Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática**. UFAL, 2002.

NEVES, H. Um guia para se relacionar com a cultura maker. **Jornal Globo**. Época Negócios, 2018.

OLIVEIRA, C. R. A.; FERREIRA, C. C.; MARTINS, C. S. L. Modelo didático para o ensino de Ciências, construção por meio de impressão 3D: análise e avaliação no processo de ensino-aprendizagem. **TE & ET**, 2022.

OLIVEIRA, C. S. **Jogos no ensino das ciências e a neuroeducação na educação básica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização). Curso de Especialização em Mídias na Educação, UFRGS, Porto Alegre, 2015.

Organização Pan Americana de Saúde (OPAS). **Transtorno do Espectro do Espectro Autista**. 2017.

PAVAN, G. F.; TODERO, E. L.; DELIM, A. J. B.; TOMÉ, G. E.; TEN-CATEN, R. J.; FRANZ, S. H. FUZINATTO, A.; SILVA, E. S.; GUEDES, G. C.; ALBUQUERQUE, A. S.; BASTOS, R. C. Impressão 3d: ferramenta de prototipagem rápida para elaboração de metodologias e kits didáticos relacionados à educação. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 13013-13021, 2020.

PEREIRA, G. R.; SANTOS, G. S.; MELLO, A. R. G. R.; ALVES, G. H. V. S. **Saúde bucal, alimentação e o Transtorno do Espectro Autista: estratégias educativas para professores e educadores em escolas e museus de ciência**. Volume 1 - 1ª ed. Rio de Janeiro: Frapello Publishing, 2022.

QUEIROZ, L. J.; MAURICIO, C. R. M.; MATRAKAS, M. D. Construção de uma impressora 3D: Projetos abertos de baixo custo e possibilidades da aplicação na educação. **The Academic Society Journal**, 3(1) 113-118, 2019.

RELVAS, M. P. **Neurociência na prática pedagógica**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2012.

RESENDE, A. F. L. C.; PEREIRA, G. R. Uma proposta STEAM para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental por meio do jogo. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 13, n. 2, p. 1-25, 2022.

SARTORETTO, M. L.; BERSCH, R. C. R. **A educação especial na perspectiva da inclusão escolar**. Recursos pedagógicos acessíveis e comunicação aumentativa e alternativa. Brasília: Ministério da Educação; Secretaria de Educação Especial, 2010.

SHUARE, M. **PSICOLOGIA SOVIÉTICA: MEU OLHAR**. Terracota Editora, 2017.

SILVA, L. C. Formação de professores: desafios à educação inclusiva. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, p. 691-702, 2015.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 15, p. 681-694, 2009.

SIQUEIRA, T. V. O setor de tecnologia da informação e comunicação no Brasil no período recente. **REVISTA DO BNDES**, RIO DE JANEIRO, V. 14, N. 27, P. 213-260, 2007.

SHUARE, M. **A psicologia soviética: meu olhar**. ed.1. São Paulo: Terracota, 2017.

TEODORO, G. C.; GODINHO, M. C. S.; HACHIMINE, A. H. F. The student inclusion with Autism Spectrum Disorder in Primary Education. *Research, Society and Development*. 1(2), p. 127-143, 2016.

UNESCO, DECLARAÇÃO DE SALAMANCA: **Sobre princípios, políticas e práticas na área das necessidades educativas especiais**. Salamanca – Espanha, 1994.

VIGOTSKI, L. S. **Obras Escogidas III: problemas del desarrollo de la psique**. Madrid: Viso, 1995.

VIGOTSKI, L. S. **Fundamentos de defectologia**. Obras Escogidas. V. Madri: Visor, 1997.

WANG, C. S.; CHANG, T. R. Re-triangulation in STL meshes for rapid prototyping and manufacture. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 37, n. 7-8, p. 770–781, 24 abr. 2007.