

**COLÉGIO PEDRO II  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA,  
EXTENSÃO E CULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO EM  
CIÊNCIAS E BIOLOGIA**

**FERNANDA DE SOUZA FEIJÓ**

**ABORDAGEM DO SISTEMA NERVOSO PARA ALUNOS  
DO 6º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL POUCO  
ALFABETIZADOS EM ESCOLAS DA PREFEITURA DA  
CIDADE DO RIO DE JANEIRO**

Rio de Janeiro

2024

**FERNANDA DE SOUZA FEIJÓ**

**ABORDAGEM DO SISTEMA NERVOSO PARA ALUNOS DO 6º ANO DO ENSINO  
FUNDAMENTAL POUCO ALFABETIZADOS EM ESCOLAS DA PREFEITURA DA  
CIDADE DO RIO DE JANEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso em formato de produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Biologia.

Orientadora: Professora Dra. Fabiana Pellegrini Caramaschi.

Rio de Janeiro

2024

**COLÉGIO PEDRO II**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA**  
**BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER**  
**CATALOGAÇÃO NA FONTE**

F297 Feijó, Fernanda de Souza

Abordagem do sistema nervoso para alunos do 6º ano do ensino fundamental pouco alfabetizados em escolas da prefeitura da cidade do Rio de Janeiro / Fernanda de Souza Feijó. - Rio de Janeiro, 2024.

28 p.

Produto Educacional de Especialização apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: Fabiana Pellegrini Caramaschi.

1. Ciências (Ensino fundamental) - Estudo e ensino. 2. Alfabetização científica. 3. Aprendizagem significativa. 4. Sistema nervoso. 5. Modelos tridimensionais. I. Caramaschi, Fabiana Pellegrini. II. Colégio Pedro II. III. Título.

CDD 570

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

**FERNANDA DE SOUZA FEIJÓ**

**ABORDAGEM DO SISTEMA NERVOSO PARA ALUNOS DO 6º ANO DO ENSINO  
FUNDAMENTAL POUCO ALFABETIZADOS EM ESCOLAS DA PREFEITURA DA  
CIDADE DO RIO DE JANEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso em formato de produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Biologia.

Aprovado em 22 de novembro de 2024.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Fabiana Pellegrini Caramaschi  
Colégio Pedro II – Departamento de Ciências e Biologia  
Orientadora

---

Profa. Dra. Violeta David Perini  
Colégio Pedro II – Departamento de Ciências e Biologia

---

Prof. Dr. Marcello Miranda F. Spolidoro  
Colégio Pedro II – Departamento de Ciências e Biologia

Rio de Janeiro

2024

## RESUMO

A pandemia de COVID-19 ampliou desafios já presentes no ensino público, agravando as dificuldades de alfabetização entre os estudantes da rede municipal do Rio de Janeiro. Muitos alunos retornaram às aulas presenciais com defasagens expressivas em leitura e escrita, especialmente no 6º ano, quando conteúdos complexos, como o Sistema Nervoso, requerem habilidades de compreensão textual bem desenvolvidas. Essas deficiências comprometem não apenas o aprendizado em Ciências, mas também o desenvolvimento de outras competências fundamentais para a aprendizagem significativa. Como parte das estratégias para amenizar esse cenário, foi desenvolvido um produto educacional voltado para o ensino de Ciências com o uso de modelos tridimensionais do Sistema Nervoso, criados com uma impressora 3D ou moldados com massa de biscoito em escolas com recursos tecnológicos limitados. Esses modelos permitem que os alunos visualizem e manipulem representações físicas do Sistema Nervoso, facilitando a compreensão de conceitos científicos abstratos e estimulando a participação ativa nas atividades. A criação e o uso desses materiais não apenas aproximam os alunos dos conteúdos científicos de maneira acessível, mas também contribuem para um aprendizado mais significativo e lúdico. Além de adaptar o conteúdo às características e necessidades dos estudantes, o produto educacional prioriza o uso de recursos acessíveis, favorecendo o planejamento intencional e a inclusão. Ao permitir que a Ciência seja compreendida de maneira prática e visual, mesmo em escolas com menos acesso a tecnologias, essa abordagem visa superar as barreiras do ensino de Ciências e promover uma alfabetização científica efetiva e inclusiva.

**Palavras-chave:** alfabetização científica; ensino de Ciências; modelos tridimensionais; recursos educacionais acessíveis; aprendizagem significativa.

## ABSTRACT

The COVID-19 pandemic has exacerbated existing challenges in public education, worsening literacy difficulties among students in Rio de Janeiro's municipal school system. Many students returned to in-person classes with significant gaps in reading and writing skills, particularly in the 6th grade, when complex subjects like the Nervous System demand well-developed textual comprehension abilities. These deficiencies hinder not only learning in Science but also the development of other essential competencies for meaningful education. As part of strategies to mitigate this scenario, an educational product was developed for Science teaching, using three-dimensional models of the Nervous System created with a 3D printer or shaped with biscuit clay in schools with limited technological resources. These models enable students to visualize and manipulate physical representations of the Nervous System, thereby facilitating the understanding of abstract scientific concepts and promoting active engagement in learning activities. The creation and use of these materials not only make scientific content more accessible to students but also contribute to a more engaging and meaningful learning experience. By tailoring the content to the students' characteristics and needs, the educational product emphasizes the use of accessible resources, fostering intentional planning and inclusion. By enabling Science to be understood practically and visually, even in schools with limited access to technology, this approach seeks to overcome barriers in Science education and promote effective and inclusive scientific literacy.

**Keywords:** scientific literacy; science teaching; three-dimensional models; accessible educational resources; meaningful learning.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	8
2	FUNDAMENTAÇÃO METODOLOGICA-TEÓRICA.....	10
3	PRODUTO EDUCACIONAL .....	16
4	CONCLUSÃO .....	24
	REFERÊNCIAS.....	27

## 1 INTRODUÇÃO

O Sistema nervoso é um conteúdo presente na disciplina de Ciências que trata das funções e estruturas que permitem o controle e a coordenação das atividades do corpo humano. Tradicionalmente, este tema era abordado no currículo do 8º ano do ensino fundamental, junto com os demais sistemas do corpo humano, e os alunos já deveriam demonstrar habilidades de compreensão e análise compatíveis com esse nível escolar.

Com as mudanças implementadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2018, o conteúdo sobre o Sistema Nervoso foi antecipado para o 6º ano do ensino fundamental, sendo abordado em integração com o sistema locomotor. O objetivo dessa alteração é proporcionar uma visão integrada dos sistemas corporais e promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais avançadas, como a análise crítica e o pensamento científico, desde o início do ciclo final do ensino fundamental (BRASIL, 2018).

Entretanto, o tema apresenta uma grande complexidade para crianças na faixa etária de 11 a 12 anos, uma vez que exige habilidades cognitivas que, de acordo com os estágios do desenvolvimento propostos por Piaget em 1994, ainda estão em fase de consolidação. O desenvolvimento do raciocínio abstrato, por exemplo, necessário para compreender conceitos mais profundos da neurociência, costuma ocorrer em uma fase posterior – o estágio operatório formal.

O ensino do Sistema Nervoso para o 6º ano já representava um desafio significativo devido à complexidade do tema e à necessidade de uma base sólida de habilidades de leitura e escrita para a adequada compreensão dos conteúdos. Esse desafio é ainda maior no contexto dos alunos com baixa proficiência em leitura e escrita, pois o ensino de Ciências, em grande parte, possui materiais didáticos textuais que demandam habilidades de leitura e compreensão que muitos desses estudantes ainda não desenvolveram plenamente. Após a pandemia de COVID-19, essa situação educacional se agravou, com um aumento expressivo de estudantes chegando ao 6º ano com sérias defasagens no processo de alfabetização. Este cenário é particularmente evidente nas escolas da rede pública do Rio de Janeiro, onde muitos alunos apresentam dificuldades significativas de leitura e escrita, o que compromete não apenas o aprendizado de conteúdos complexos como o Sistema Nervoso, mas também o desenvolvimento de outras habilidades para o progresso acadêmico.

Para mitigar os déficits educacionais deixados por esse período, a Prefeitura do Rio de Janeiro implementou um programa voltado à recuperação de aprendizagem, com foco na alfabetização e no reforço de habilidades básicas. Essa iniciativa buscava atenuar as desigualdades educacionais intensificadas durante a pandemia, que aprofundaram os desafios enfrentados por educadores em contexto de vulnerabilidade, especialmente em disciplinas que dependem de leitura e escrita e compreensão de textos, como as Ciências. Mesmo com esses esforços, a superação dessas defasagens continua sendo um desafio significativo para o sistema educacional público.

Além disso, lecionar em áreas periféricas, como no bairro de Vila Kennedy, na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, onde está localizada a escola que serviu como campo para este trabalho, traz desafios adicionais. Nessas regiões, a violência e o tráfico de drogas são uma constante, e os alunos enfrentam operações policiais frequentes, perdas de familiares e uma vulnerabilidade social extrema. Essas condições impactam diretamente seu desempenho escolar, ao lado da falta de apoio familiar, também associada às questões socioeconômicas (De Mattos Rocha; Carvalho; Motta, 2024).

Diante deste contexto, o conteúdo do Sistema Nervoso, já complexo para uma turma alfabetizada, torna-se um desafio ainda maior para alunos com dificuldades na decodificação e compreensão textual. Surge, então, a questão central deste trabalho: como ensinar o conteúdo de Sistema Nervoso a alunos do 6º ano do ensino fundamental que são pouco alfabetizados?

Com essa indagação, surgiu a motivação para o desenvolvimento de um produto educacional que pudesse atender a esses alunos de maneira mais inclusiva, promovendo sua participação ativa no processo de aprendizagem e facilitando sua inclusão social.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA-TEÓRICA

Segundo Chassot (2003), a escola é o espaço dedicado a fornecer a educação formal em todos os níveis de ensino. Este espaço sofreu muitas modificações ao longo dos anos, embora muitas delas não tenham acompanhado a realidade socioeconômica e cultural da comunidade escolar. A globalização entrou na escola, mas, em muitas regiões, sua influência acabou por reforçar práticas alheias ao contexto local, promovendo uma visão mercadológica da educação que não considera plenamente as especificidades desse ambiente.

Ainda persiste uma abordagem tradicional de ensino, que prioriza a quantidade de conteúdo a ser transmitido. Nessa perspectiva, muitos conteúdos, frequentemente considerados desnecessários, eram memorizados e posteriormente esquecidos devido à falta de aplicação prática. Essa tendência foi particularmente evidente entre as décadas de 1980 e 1990 (Chassot, 2003).

Apesar da resistência observada entre alguns educadores, é crucial promover novas abordagens pedagógicas que considerem o contexto social dos alunos. Para tanto é essencial integrar tecnologias que favoreçam a alfabetização científica (Sasseron; Carvalho, 2011).

A alfabetização científica deve ser entendida de maneira abrangente, não se restringindo a correções de conceitos distorcidos. Ela deve ser utilizada como uma ferramenta para compreender e, potencialmente, transformar a realidade cotidiana, possibilitando reflexões sobre “o quanto com ela se pode fazer inclusão social” Chassot (2003).

A rede municipal de educação do Rio de Janeiro, historicamente, apresenta uma lacuna significativa em comparação ao ensino privado, especialmente no que diz respeito a recursos e infraestrutura, o que impacta diretamente no desempenho acadêmico dos estudantes. Costa (2022) analisa as disparidades entre os sistemas de ensino público e privado do Rio de Janeiro, ressaltando que as escolas privadas, em geral, oferecem uma estrutura mais completa, com menor número de alunos por turma e maior acesso a atividades extracurriculares que complementam o aprendizado. Além disso, a rede pública enfrenta limitações em materiais, estrutura física e desafios na capacitação docente, o que reflete desigualdades socioeconômicas e limita as oportunidades educacionais dos alunos de menor poder aquisitivo.

A pandemia de Covid-19, iniciada em 2020, agravou consideravelmente essa desigualdade, uma vez que os alunos atendidos por essa rede, em função de sua condição socioeconômica mais vulnerável, enfrentaram dificuldades significativas para acessar as tecnologias que se tornaram essenciais durante esse período (Macedo, 2021).

Foram dois anos até que o retorno integral às atividades presenciais fosse alcançado. Esse período de interrupção prejudicou significativamente crianças em processo de alfabetização, resultando em um aumento expressivo no número de alunos com deficiência em escrita e leitura matriculados no Ensino Fundamental II em 2023. Além disso, muitos desses alunos ainda não haviam iniciado o processo de alfabetização (Globo, 2021).

Conforme destacado por Macedo (2021), as deficiências que já permeavam a educação brasileira foram exacerbadas, resultando em um abismo ainda maior entre diferentes grupos sociais. A falta de políticas públicas eficazes que assegurassem a conectividade para ensino remoto fez com que instituições de ensino e seus membros buscassem soluções inovadoras, temporárias e rápidas para manter o interesse e acesso de estudantes no processo de aprendizagem. Ficou bastante evidente que desigualdades sociais estavam relacionadas diretamente às desigualdades digitais.

A exclusão do acesso a recursos tecnológicos e à internet prejudicou especialmente os estudantes de famílias de baixa renda, dificultando sua capacidade de acompanhar as atividades escolares durante a pandemia (Macedo, 2021). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), a conectividade é uma condição essencial para a educação contemporânea, e sua ausência não só compromete a aprendizagem, mas também acentua a marginalização social dos alunos que já enfrentavam dificuldades. Portanto, a crise educacional desencadeada pela pandemia de COVID-19 não apenas expôs essas desigualdades, mas também demandou uma reflexão crítica sobre a necessidade urgente de políticas públicas que promovam a inclusão digital como parte integrante da educação.

Ainda assim existe, por parte dos estudantes e seus familiares, a falta de habilidades com tecnologias que acabam realçando essa desigualdade digital. Em minha experiência como professora, observo que alguns alunos têm aparelhos celulares, acessam aplicativos de mídias sociais, sabem fazer e editar vídeos, mas não conseguem ou nem sabem como fazer uma pesquisa no Google.

Para além das dificuldades de acesso ao ensino remoto, seja por falta de equipamentos digitais ou acesso à internet, ainda era preciso a disponibilidade da família para acompanhar os estudantes naquela nova modalidade emergencial de ensino, sem esquecer o quanto a pandemia afetou social, mental e economicamente as famílias menos privilegiadas (Macedo, 2021).

Como ensinar Ciências para alunos com estas dificuldades? Fürstenau e Hoffmann (2024) falam da importância de trazer a ludicidade para facilitar o ensino de Ciências, mas citam as dificuldades enfrentadas pelos docentes como a falta de estrutura das escolas, a inexperiência e/ou insegurança e até a quantidade numerosa de alunos por turma, para implementar o fazer ciência de forma divertida. As autoras concluem que utilizar métodos, como elaboração de modelos didáticos e gamificação, que foram aplicados por condições da pandemia, no período pós-pandêmico, onde encontramos impactos que dificultam o ensino, pode favorecer a aprendizagem tornando-a mais prazerosa, além de poderem ser utilizados em diferentes contextos, como por exemplo, o social.

No meu contexto, essa estratégia representou a única alternativa viável para garantir a efetividade do ensino de Ciências. Para Melchior et al. (2015), o lúdico gera afeto que proporciona aprendizado. A utilização de uma linguagem acessível é fundamental para tornar os conteúdos de Ciências mais compreensíveis, além de possibilitar que o ensino dessa disciplina ocorra de forma prazerosa e envolvente. Assim, o lúdico pode não apenas simplificar a compreensão científica, mas também tornar o aprendizado mais divertido e eficaz. Para Luckesi (2008), a ludicidade é uma dimensão importante para o desenvolvimento completo do indivíduo, tanto em termos cognitivos quanto emocionais e sociais.

Huizinga (2008) argumenta que embora a ludicidade geralmente seja associada ao entretenimento, essa atividade vai além da simples diversão, desempenhando um papel sério e significativo na formação das sociedades, podendo se manifestar pela pintura, escultura e outros tipos de arte e manifestações culturais.

Atividades pedagógicas de caráter lúdico devem ser planejadas, levando em consideração as características dos alunos e as habilidades que esperamos que sejam alcançadas, observando os recursos disponíveis. Também não devem ser utilizadas como último recurso ou saída emergencial, mas sim como parte integrante e estruturada do processo de ensino e aprendizagem. (Fürstenau e Hoffmann, 2024).

Conforme argumentam Silveira Júnior, Maia e Rosa (2021), sob uma

perspectiva dominante, acredita-se que a aprendizagem resulta da transmissão de saberes estruturados. Essa visão sustenta que os professores devem explicar e os alunos devem memorizar e reproduzir essas explicações. A partir desta compreensão, entende-se que o método tradicional do ensino de Ciências pouco contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a participação prática dos alunos. Trata-se de um modelo ainda presente em muitas escolas, mas que se revela limitado diante das demandas educacionais atuais, especialmente na realidade das escolas municipais do Rio de Janeiro.

De acordo com Corso, Rocha e Garcia (2019), é fundamental explorar abordagens de aprendizagem além dos livros didáticos e da divulgação científica, ressaltando que “há uma infinidade de mídias virtuais em que se pode obter informação”. No entanto, com base em minha experiência em 2023, a utilização de um vídeo de dois minutos sobre os órgãos dos sentidos, apesar de atrativo, não conseguiu manter a atenção dos alunos por mais de 30 segundos. Este exemplo evidencia que o uso de estratégias desse tipo pode não ser eficaz, considerando que muitos alunos ainda apresentam dificuldades cognitivas, sem diagnóstico formal e enfrentam barreiras para obtê-lo, o que impacta diretamente a qualidade do atendimento educacional. Em muitos casos, o próprio sistema de atenção à saúde apresenta barreiras que dificultam o acesso a diagnósticos, comprometendo a oferta de um suporte adequado (Medeiros Junior et al., 2023).

As fases de desenvolvimento humano propostas por Piaget (1994) oferecem um importante arcabouço teórico para entender as dificuldades de aprendizagem que os alunos do 6º ano enfrentam ao estudar o sistema nervoso. Compreender que os estudantes estão na fase das operações concretas, permite que educadores adaptem suas abordagens de ensino, utilizando recursos visuais, experiências práticas e contextualização do conteúdo para facilitar a aprendizagem. Ao abordar as dificuldades associadas a essa fase do desenvolvimento, é possível criar um ambiente de aprendizado mais eficaz e inclusivo, que atenda às necessidades dos alunos e promova uma compreensão mais sólida dos conceitos científicos (Chassot, 2003).

O uso de impressoras 3D tem ganhado espaço no ambiente educacional como uma ferramenta inovadora que alia tecnologia e aprendizagem ativa. Sua aplicação no ensino de Ciências permite que os alunos não apenas absorvam o conteúdo teórico, mas também interajam fisicamente com modelos tridimensionais, favorecendo a compreensão de conceitos complexos de maneira prática e visual (Rosa, 2020).

Segundo Papert (1980), pioneiro na ideia de “aprendizagem construcionista”, a aprendizagem é mais eficaz quando os alunos constroem um produto tangível, envolvendo-se de maneira ativa com o processo de criação. Neste sentido, a impressora 3D se apresenta como um recurso que possibilita a materialização de conceitos abstratos em modelos físicos, promovendo uma conexão direta entre o conhecimento teórico e a prática.

Silva e Lima (2019) destacam que a introdução de ferramentas lúdicas no processo de ensino-aprendizagem, como as impressoras 3D, potencializa a motivação dos alunos, especialmente em disciplinas como Ciências, que exigem uma compreensão mais detalhada de estruturas e processos. A criação de modelos tridimensionais, como partes do sistema nervoso ou órgãos do corpo humano, permite uma visualização mais precisa, favorecendo a aprendizagem significativa, conforme proposto por Ausubel (2003).

Além disso, o uso de tecnologias como as impressoras 3D está alinhado às propostas da BNCC (2018), que enfatiza a importância do desenvolvimento de competências relacionadas à tecnologia e à inovação. Ao integrar esses recursos ao currículo, os professores podem promover um ensino mais dinâmico e interativo, que vai além do uso de materiais didáticos tradicionais. Para alunos que enfrentam dificuldades de aprendizagem, como aqueles com defasagens de leitura, o apoio visual e tátil proporcionado pela impressão 3D pode facilitar o entendimento de conteúdos mais complexos, como o funcionamento do sistema nervoso (Santos, 2021).

A rede municipal de ensino do Rio de Janeiro inclui, em determinadas unidades, a implementação dos Ginásios Educacionais Tecnológicos (GETs), voltados para a oferta de uma educação com enfoque no uso de tecnologias inovadoras. Estas unidades possuem uma estrutura diferente das demais. Os GETs possuem “colaboratórios”, que são equipados com computadores, óculos e impressoras 3D, impressoras de corte, máquinas de costura etc. (Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2023). Essas escolas seguem uma abordagem pedagógica fundamentada no método STEAM (ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática) promovendo a integração de diversas áreas do saber e incentivando tanto a criatividade quanto o pensamento crítico e a sensibilidade (Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2024).

Introduzido em março de 2022, o objetivo desse modelo educacional é fortalecer o desenvolvimento de habilidades e competências relevantes para o

contexto atual. Os alunos têm a chance de trabalhar em projetos interdisciplinares que vão além do livro didático. Com apoio de laboratórios *maker*, os GETs oferecem um ambiente propício para o aprendizado prático, onde os estudantes podem desenvolver seus próprios projetos e aplicar o conhecimento de maneira ativa, influenciando também o ambiente escolar ao seu redor.

Entre os recursos tecnológicos disponibilizados pelos GETs, a impressora 3D se destaca para a elaboração deste produto educacional. Entretanto, entendendo que o acesso a esse equipamento pode ser limitado, podemos apontar estratégias metodológicas alternativas que, apesar de não dialogarem necessariamente com a tecnologia, podem oferecer ferramentas de ensino viáveis em diferentes contextos educacionais. Algumas dessas estratégias envolvem montagem de modelos em massa de biscuit, massa de modelar, argila, ou qualquer material moldável que se tenha disponível.

### 3 PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional propõe o uso de impressoras 3D, como mostram as figuras 1 e 2, disponível nos “colaboratórios” dos Ginásios Educacionais Tecnológicos, para a criação de modelos didáticos propostos como apoio lúdico e interativo na compreensão do conteúdo sobre o Sistema Nervoso. Esses modelos visam facilitar a compreensão de estruturas anatômicas complexas, como o cérebro e os nervos, por meio de um processo mais visual e tátil, promovendo uma maior imersão dos alunos no conteúdo.

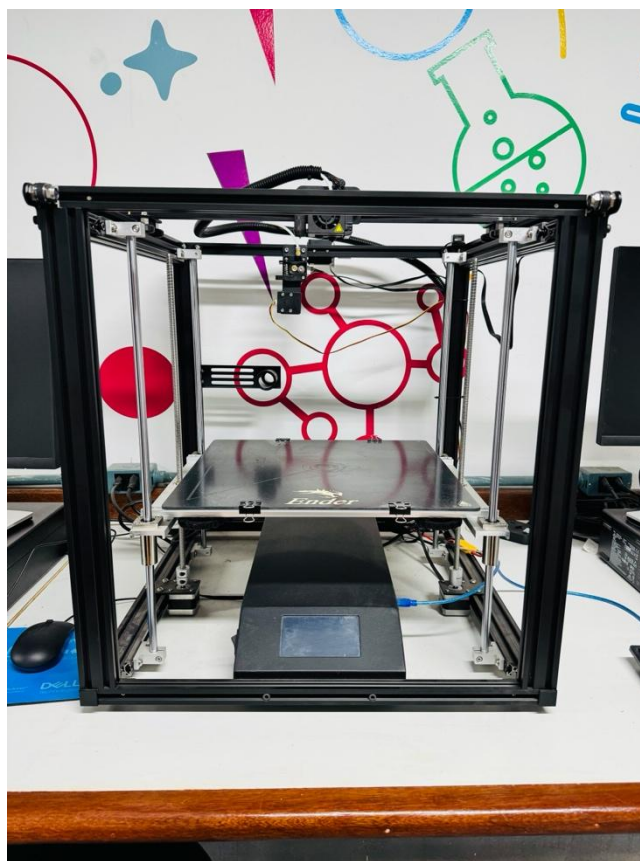


Figura 1: Imagem de uma impressora 3D. Fotografia da autora.

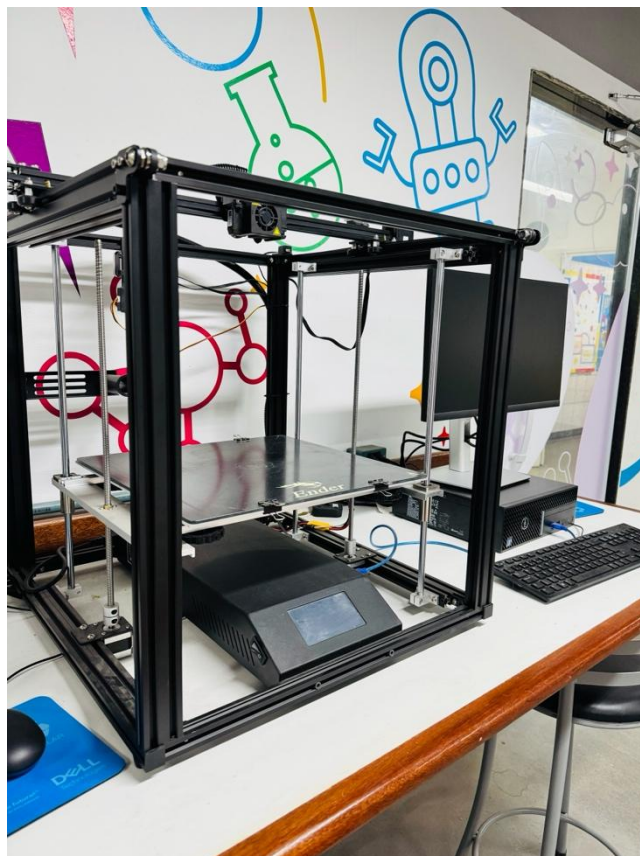


Figura 2: Imagem de uma impressora 3D. Fotografia da autora.

O processo de criação dos modelos tridimensionais começa com a seleção de *designs* apropriados para impressão. Esses *designs* podem ser obtidos gratuitamente por meio da plataforma *Thingiverse* ( <https://www.thingiverse.com> ), que oferece uma vasta gama de modelos tridimensionais. Um exemplo relevante para o ensino do sistema nervoso é o modelo do cérebro humano disponível em <https://www.thingiverse.com/thing:2903048> .

Após o *download*, o modelo digital selecionado deve ser importado para o *software Ultimaker Cura*, responsável pela preparação do arquivo para a impressão através de um processo de fatiamento.

Antes da impressão, é necessário ajustar parâmetros como temperatura, tamanho e densidade da peça. A impressão dos objetos tridimensionais pode ser realizada utilizando o filamento PLA (ácido polilático) e o filamento ABS (acrilonitrila butadieno estireno).

Nas escolas onde os GETs não foram implementados e, conseqüentemente, não dispõem dos recursos tecnológicos mencionados, sugere-se a produção manual dos modelos utilizando massa de biscuit, uma alternativa igualmente prática e eficaz.

Essa técnica possibilita a criação de réplicas das estruturas do sistema nervoso de forma acessível e econômica (figuras 3 e 4).



Figura 1: Modelo do cérebro humano confeccionado em massa de biscoito. Fotografia e arte da autora.

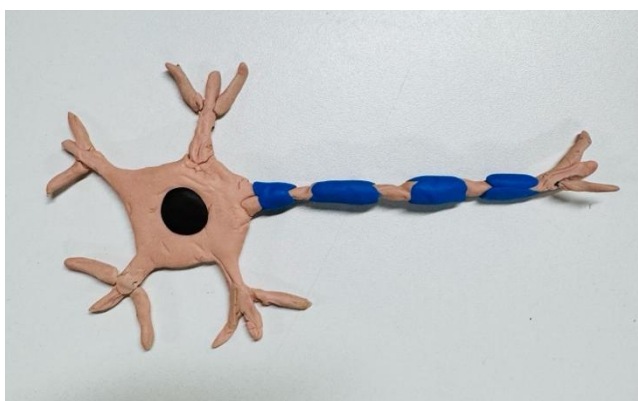


Figura 4: Modelo de neurônio confeccionado em massa de biscoito. Fotografia e arte da autora.

A massa de biscoito pode ser adquirida em papelarias e em lojas especializadas em confeitaria, estando disponíveis em diversas cores e tamanhos, o que pode ajudar na distinção de diferentes partes anatômicas – por exemplo, cores diferentes para cada lobo do cérebro ou para diferenciar nervos. Além disso, esses estabelecimentos oferecem ferramentas que facilitam tanto o manuseio quanto o *design* das esculturas em biscoito, como estecas, cortadores, espátulas, bisturi, texturizadores etc.

Antes de ser modelada, a massa necessita passar por um processo de sova, que tem como objetivo torná-la mais macia e, conseqüentemente, facilitar a etapa de modelagem. Sempre que a modelagem precisar ser refeita, com a massa ainda úmida, é necessário realizar uma nova sova.

Após a modelagem das estruturas, a massa deve passar por um processo de secagem. Para isso, é essencial que as peças sejam armazenadas em um ambiente adequado, sem qualquer manipulação, de forma a preservar o *design*. O tempo de secagem depende diretamente do tamanho das estruturas produzidas, bem como das condições climáticas no momento da confecção.

Adicionalmente, os modelos podem ser pintados após a secagem completa do material, acrescentando mais detalhes, como demarcar áreas específicas do cérebro (figura 5) ou ilustrar os trajetos dos nervos.



Figura 2: Modelo dos lobos do cérebro confeccionado em massa de biscuit. Fotografia e arte da autora.

Os modelos tridimensionais, sejam impressos em 3D ou modelados manualmente, desempenham um papel fundamental como ferramentas pedagógicas que podem ser utilizadas em aulas expositivas, atividades práticas ou mesmo em jogos educativos, permitindo aos alunos uma interação mais direta e significativa com o conteúdo.

Os modelos impressos em 3D são especialmente vantajosos para os GETs, pois proporcionam uma representação precisa e detalhada das estruturas anatômicas, são reutilizáveis, permitindo o uso contínuo em diferentes turmas e anos letivos, promovem a inovação tecnológica no ambiente educacional e incentivam os alunos a explorarem novas ferramentas e tecnologias.

Por outro lado, os modelos em biscuit oferecem uma experiência prática e criativa para escolas sem acesso a essa tecnologia. Os alunos podem participar

ativamente da construção dos modelos, o que reforça o aprendizado através do “mão na massa” e aumenta o engajamento com o conteúdo.

Outra sugestão de materiais a serem utilizados na construção de modelos didáticos são a massa de modelar e a argila. Assim como o biscuit, a massa de modelar e a argila são materiais acessíveis e amplamente utilizados nas práticas pedagógicas para promover o aprendizado ativo e participativo. Esses materiais, por serem maleáveis e de fácil manipulação, permitem que os alunos construam réplicas anatômicas de estruturas como o cérebro, nervos e outras partes do Sistema Nervoso. O processo de criação com esses materiais também segue a lógica do “mão na massa”, onde os alunos se envolvem diretamente no desenvolvimento dos modelos, reforçando a compreensão dos conceitos através da atividade manual.

A modelagem com argila (figuras 6, 7 e 8) oferece a vantagem de ser ainda mais flexível na criação de detalhes e texturas, que podem ser úteis para representar com maior precisão as complexidades anatômicas. Já a massa de modelar (figuras 9 e 10), sendo mais leve e de fácil correção durante o processo de criação, proporciona uma forma intuitiva de experimentar e ajustar os modelos à medida que os alunos avançam no entendimento do conhecimento.

Vale destacar que uma metodologia não necessariamente exclui a outra, a apresentação de modelos tridimensionais impressos pode ser o ponto inicial da abordagem do conteúdo e a modelagem com materiais maleáveis pode ser a construção autoral do estudante sobre um mesmo conteúdo apenas visualizado anteriormente.



Figura 3: Modelo dos lobos do cérebro confeccionado em argila e pintado com tinta guache. Fotografia da autora.

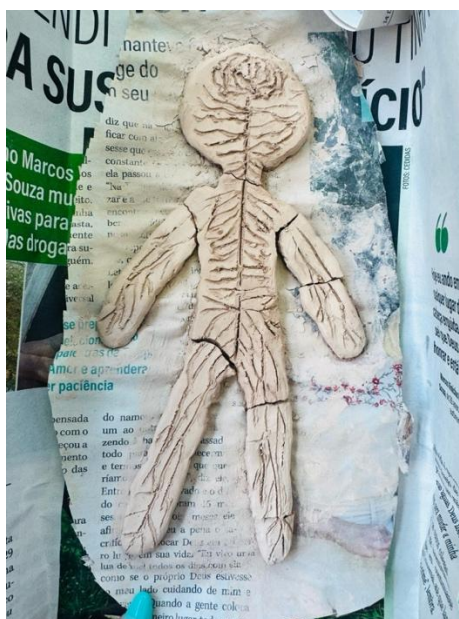


Figura 4: Representação do Sistema Nervoso Periférico em argila. Fotografia da autora.



Figura 5: Representação do Sistema Nervoso Periférico confeccionado em argila e pintado com tinta guache. Fotografia da autora.

Desta forma, tanto o biscuit, quanto a massa de modelar e a argila, se destacam como alternativas viáveis e eficazes para a construção de modelos didáticos em escolas que não possuem tecnologia de impressão em 3D. Ao utilizar esses materiais, os educadores podem promover o aprendizado de forma ativa e envolvente, garantindo que os alunos participem diretamente da construção do conhecimento, o que tende a aumentar significativamente o engajamento e a retenção do conteúdo.



Figura 6: Modelo do Sistema Nervoso Central confeccionado em massa de modelar. Fotografia da autora.



Figura 7: Modelo do Cérebro Humano confeccionado em massa de modelar. Fotografia da autora.

#### 4 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um produto educacional versátil, utilizando tecnologias acessíveis, como a impressão 3D, e métodos alternativos como a modelagem manual com massa de biscuit, massa de modelar e argila, para a criação de modelos didáticos tridimensionais voltados ao ensino do Sistema Nervoso. No entanto, o produto proposto tem potencial de adaptação a diversos conteúdos curriculares e grupamentos escolares, oferecendo uma abordagem pedagógica altamente flexível e integradora.

A criação de modelos tridimensionais, seja por meio da impressão 3D ou de modelagem manual é uma ferramenta eficaz no apoio ao processo de ensino-aprendizagem, facilitando a compreensão de conceitos abstratos e complexos. Caso o docente opte por envolver os alunos no processo de construção dos modelos, essa abordagem não apenas estimula o pensamento criativo e crítico, mas também reforça a aprendizagem significativa, ao conectar o conteúdo teórico com a experiência prática e lúdica.

Além disso, a versatilidade do produto educacional se destaca como um de seus principais pontos fortes: esta metodologia pode ser facilmente adaptada para o ensino de diferentes conteúdos de Ciências e Biologia e em qualquer nível de ensino, desde os primeiros anos do ensino fundamental até o ensino médio. Por exemplo, a mesma abordagem pode ser aplicada à construção de modelos relacionados ao Sistema Solar, estruturas moleculares ou celulares ou até mesmo à fecundação (figura 11) e estudo de cariótipos, por exemplo, explicando a Síndrome de Down (figuras 12 e 13), demonstrando a sua aplicabilidade em diversos temas e contextos curriculares.



Figura 8: Representação do sistema reprodutor feminino e da fecundação confeccionada em massa de biscoito. Fotografia e arte da autora.

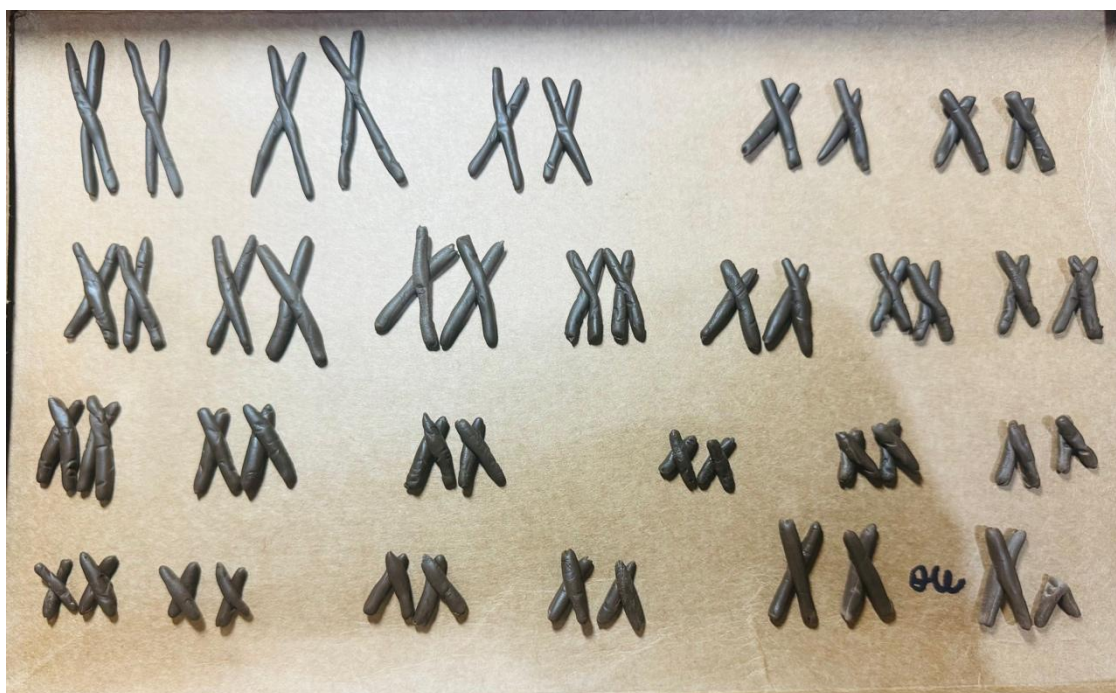


Figura 9: Representação de um cariótipo da espécie humana sem anomalias cromossômicas. Fotografia e arte da autora.

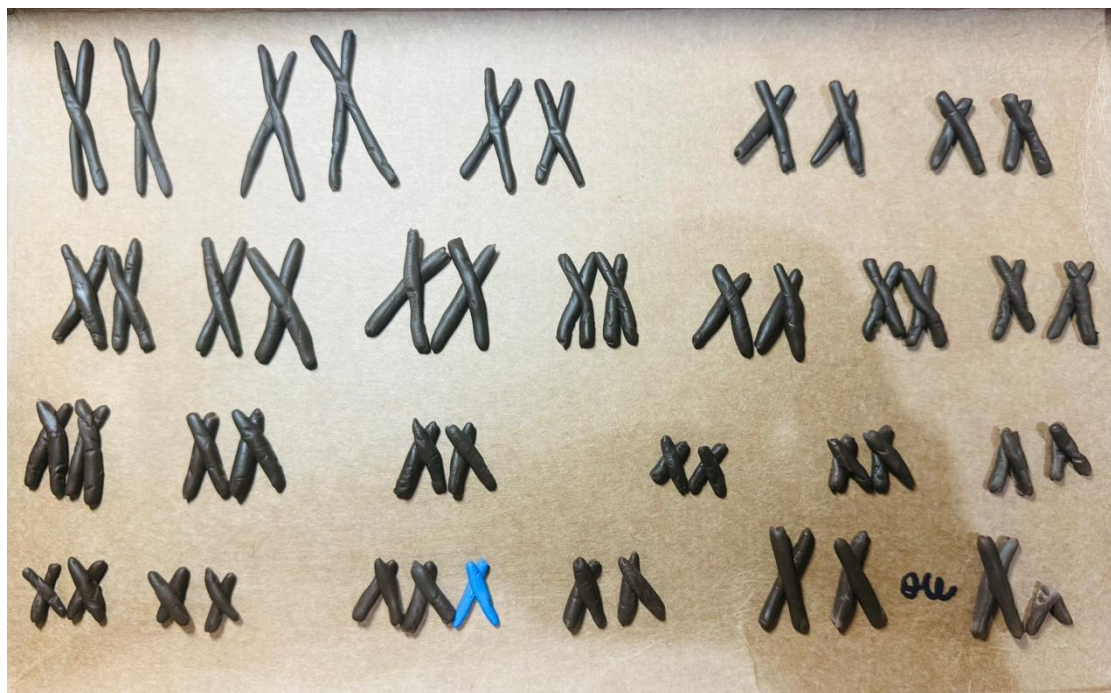


Figura 13: Representação de um cariótipo da espécie humana com a Síndrome de Down (trissomia do cromossomo 21). Fotografia e arte da autora.

Em termos de inclusão pedagógica, o produto educacional pode ser eficaz em diferentes grupamentos escolares, abrangendo alunos com variados perfis de aprendizagem. A flexibilidade do uso de materiais como biscoito, massa de modelar e argila, somada à disponibilidade de tecnologias como a impressão 3D nos GETs, permite que a ferramenta seja implementada em escolas com diferentes níveis de infraestrutura tecnológica, sem comprometer a qualidade ou os resultados pedagógicos.

Portanto, conclui-se que o produto educacional proposto atende ao objetivo de facilitar o ensino do Sistema Nervoso, além de se mostrar uma ferramenta pedagógica altamente adaptável, aplicável a diversos conteúdos curriculares e adequada para todos os grupamentos escolares. Esta versatilidade garante seu potencial como um recurso permanente no contexto da educação em Ciências, capaz de enriquecer e dinamizar o processo de ensino-aprendizagem, promovendo um ensino mais inclusivo e interativo.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva, Lisboa: Editora Plátano, 2003.

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

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, p. 89-100, 2003

CORSO, J.; ROCHA, M. Z. da; GARCIA, R. N. Um relato de experiência sobre interações entre a Ciência e as Artes Visuais na Educação Básica. **Cadernos do Aplicação**, Porto Alegre, v. 32, n. 1, 2019.

COSTA, Nathalia. **Uma análise empírica sobre a diferença entre ensino público e privado no Rio de Janeiro**. Monografia. Rio de Janeiro, PUC-RIO, 2022.

DE MATTOS ROCHA, Lia; CARVALHO, Monique Batista; MOTTA, Jonathan Willian Bazoni da. As novas modalidades de “cerco” da criminalidade carioca: um estudo comparativo das condições de vida em territórios periféricos no Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Sociologia - RBS**, [S. l.], v. 12, p. e-rbs.969, 2024.

FÜRSTENAU, Brenda Bianca Jesse; HOFFMANN, Marilisa Bialvo. A ludicidade como estratégia didática docente: possibilidades no ensino de ciências nos anos finais do ensino fundamental. # Tear: **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, 2024.

GLOBO. **Prefeitura do Rio monta programas para mitigar déficit educacional deixado pela pandemia**. Disponível em: <https://extra.globo.com/noticias/rio/prefeitura-do-rio-monta-programas-para-mitigar-deficit-educacional-deixado-pela-pandemia-25263279.html>. Acesso em: 24 out. 2024

HUIZINGA, Johan. **Homo Ludens**. São Paulo: Perspectiva, 2008.

**INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE)**. Conectividade no Brasil: uma análise do acesso à internet e suas implicações sociais. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/21581-informacoes-atualizadas-sobre-tecnologias-da-informacao-e-comunicacao.html>. Acesso em: 10 out. 2024.

LUCKESI, Cipriano C. Ludicidade e atividades lúdicas. **Educação e ludicidade**, v. 2, p. 31, 2005.

MACEDO, Renata Mourão. Direito ou privilégio? Desigualdades digitais, pandemia e os desafios de uma escola pública. **Estudos Históricos** (Rio de Janeiro), v. 34, n. 73, p. 262-280, 2021.

MEDEIROS JUNIOR, E. L. C.; ROBERTO, J. C. A.; DA CUNHA, E. L.; DE LIMA, O. P.; DE ARAÚJO, P. C. D.; MADURO, M. R.; DE OLIVEIRA JÚNIOR, N. J. Sistema de Regulação da Saúde do SUS. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, [S. l.], v. 16, n. 7, p. 6849–6863, 2023. DOI: 10.55905/revconv.16n.7-157

MELCHIOR, Maria C. HOPPE, Luciana; KROEFF, Adriane; SIEBEN, Leandro. **Educação por Competências: planejamento, ludicidade, tecnologia**. Porto Alegre: Cirkula, 2015. v. 1. 112p.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas**. New York: Basic Books, 1980.

PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. **A psicologia da criança**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

**Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro**. GET. Disponível em: <https://educacao.prefeitura.rio/get/>. Acesso em: 26 out. 2024.

**Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro**. Prefeitura alcança a marca de 200 Ginásios Educacionais Tecnológicos na cidade. Disponível em: <https://prefeitura.rio/educacao/prefeitura-alcanca-a-marca-de-200-ginasios-educacionais-tecnologicos-na-cidade/>. Acesso em: 08 out. 2024.

ROSA, Pedro. **Tecnologias educacionais e inovação: O impacto da impressão 3D no ensino de Ciências**. São Paulo: Editora da USP, 2020.

SANTOS, Ana. O uso de impressoras 3D na educação básica: desafios e perspectivas. **Revista de Tecnologia na Educação**, v. 15, n. 2, 2021.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SILVA, João; LIMA, Maria. A aprendizagem lúdica no ensino de Ciências: o uso de impressoras 3D como recurso pedagógico. **Revista Brasileira de Educação**, v. 24, n. 1, 2019.

SILVEIRA JR, C. ; MAIA, G. C. F. ; ROSA, A. R. A. . **Leituras no Ensino das Ciências**. 1. ed. Belo Horizonte: KMA, 2021. v. 1. 50p

