UFSM

CIÊNCIA e NATURA

ISSN 2179-460
ACESSO ABERTO

Ci. e Nat., Santa Maria, v. 48, e90677, 2026 • https://doi.org/10.5902/2179460X90677
Submissão: 25/01/2025 • Aprovação: 20/10/2025 • Publicação: 17/09/2026

Ensino

Proposta de aprendizagem ativa em ciências: explorando analogias entre neurônios e circuitos elétricos

Science active learning proposal: exploring analogies between neurons and electrical circuits

Gisele Bosso de Freitas[I], **Irwing Carlo Neres da Silva**[I], **Laiara Carneiro de Sousa**[I]

[I]Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Imperatriz, MA, Brasil

RESUMO

Este texto apresenta uma proposta teórica de aprendizagem ativa, que integra simulações interativas PhET e modelos didáticos no ensino de Ciências para explorar analogias entre o sistema nervoso humano e circuitos elétricos. Por meio da elaboração de uma sequência didática composta por construção de modelo e analogia com simulação interativa "Kit para montar circuito DC" do PhET, busca-se facilitar a compreensão de conceitos complexos, como impulsos nervosos e sinapses. Essa abordagem interdisciplinar entre Física e Biologia visa promover o aprendizado ativo e significativo, alinhado às competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o 6º ano do ensino fundamental. Como a sequência foi elaborada com base em princípios validados de ensino ativo e interdisciplinaridade, os resultados esperados incluem maior engajamento e desenvolvimento de habilidades críticas, colaborativas e científicas pelos estudantes.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade; Simulações interativas; Modelos didáticos

ABSTRACT

This text presents a theoretical proposal for active learning, which integrates interactive PhET simulations and didactic models in science education to explore analogies between the human nervous system and electrical circuits. Through the development of a didactic sequence composed of three-dimensional model construction and analogy with interactive PhET simulation “Circuit Construction Kit: DC”, the goal is to facilitate the understanding of complex concepts such as nerve impulses and synapses. This interdisciplinary approach between Physics and Biology aims to foster active and meaningful learning, aligned with the competencies outlined in the Brazilian National Common Curriculum Base (BNCC) for the 6th year of elementary school. Because the sequence was designed based on validated principles of active teaching and interdisciplinarity, the expected

Artigo publicado por Ciência e Natura sob uma licença CC BY-NC-SA 4.0.

outcomes include increased student engagement and the development of critical, collaborative, and scientific skills.

Keywords: Interdisciplinarity; Interactive simulations; Didactic models

1 INTRODUÇÃO

O ensino de conceitos relacionados ao sistema nervoso apresenta desafios devido à sua complexidade e à necessidade de visualizar estruturas microscópicas. Neurônios, impulsos nervosos e conexões sinápticas são fundamentais para compreender a comunicação no organismo, mas sua abstração pode dificultar o aprendizado (Pereira, 2022). Nesse contexto, a utilização de modelos didáticos surge como uma alternativa eficaz para tornar esses conceitos mais acessíveis e envolventes para os alunos da educação básica (Silva, 2023).

O ensino de Ciências no Ensino Fundamental II desempenha um papel crucial na construção do conhecimento científico e no desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Abordar temas complexos, como o funcionamento do sistema nervoso, exige estratégias pedagógicas que conciliam conceitos abstratos e exemplos concretos, permitindo a formação de conexões significativas. Neste contexto, a integração de ferramentas como as simulações interativas PhET e o uso de analogias torna-se uma abordagem eficaz para tornar o aprendizado mais dinâmico, acessível e engajante (Souza, *et al*; 2020).

As simulações interativas PhET (Physics Education Technology) constituem recursos digitais desenvolvidos pela Universidade do Colorado Boulder (EUA), fundamentados em pesquisa e voltados ao ensino de Ciências e Matemática em diferentes níveis de escolaridade. Seu propósito é favorecer a aprendizagem significativa por meio da interatividade, visualização e experimentação, possibilitando que estudantes manipulem variáveis, observem resultados em tempo real e explorem situações que, muitas vezes, seriam inviáveis ou complexas em ambientes laboratoriais tradicionais (PhET, 2025). Esses recursos oferecem representações gráficas intuitivas

de fenômenos abstratos — como ondas, campos elétricos e reações químicas — e podem ser integrados a atividades pedagógicas investigativas, permitindo inclusive a exportação de dados e a análise quantitativa. De acesso livre e gratuito, as simulações PhET aliam acessibilidade, fundamentação científica e princípios da aprendizagem ativa, contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento da compreensão conceitual e para a autonomia de professores e estudantes no processo de construção do conhecimento (Perkins *et al*; 2006[a]).

Os avanços históricos, como os estudos de Santiago Ramón y Cajal, revolucionaram o entendimento do sistema nervoso ao estabelecer a teoria do neurônio, que afirma que os neurônios são unidades estruturais e funcionais independentes que se comunicam através de sinapses. Essas descobertas fundamentam a abordagem deste trabalho, que busca aliar conceitos históricos à prática pedagógica (Calado, 2019).

A integração de simulações e analogias nesta atividade também se alinha às metodologias ativas, que colocam o aluno como protagonista no processo de ensino-aprendizagem (Moran, 2015). Ao explorar a simulação de forma colaborativa, os estudantes são desafiados a investigar, testar hipóteses e construir relações entre o funcionamento dos circuitos elétricos e o sistema nervoso humano. Este processo promove a aprendizagem significativa, no qual os novos conhecimentos se conectam diretamente com a experiência e os esquemas cognitivos prévios dos alunos (Ausubel, 2003).

Este trabalho apresenta uma proposta teórica de sequência didática, fundamentada em princípios de aprendizagem ativa e no uso de analogias entre circuitos elétricos e o sistema nervoso, que foi elaborada na disciplina de Biofísica do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, integrando as atividades formativas da disciplina, articulando teoria e prática no processo de formação docente, com ênfase na compreensão interdisciplinar entre os fenômenos biológicos e os fundamentos físicos que os explicam.

O enfoque centra-se no delineamento pedagógico, de caráter interdisciplinar e teórico, com vistas a subsidiar futuras implementações e investigações no campo do ensino de Ciências. Tal proposta busca contribuir para o desenvolvimento das competências gerais da BNCC, especialmente aquelas relacionadas ao pensamento crítico, à argumentação e à utilização de conhecimentos científicos para compreender e intervir no mundo natural. Os objetivos específicos deste estudo são:

a) Desenvolver uma proposta pedagógica interdisciplinar entre as áreas de Física e Biologia, favorecendo a integração conceitual e metodológica entre os dois campos do conhecimento;

b) Estruturar uma organização metodológica em forma de sequência didática, na qual a construção de um modelo físico precede o ensino conceitual mediado por analogias exploradas em simulações interativas;

c) Implementar a primeira etapa da proposta, correspondente à construção de um modelo de neurônio destinado ao ensino dos conceitos fundamentais do sistema nervoso; e

d) Desenvolver a segunda etapa, que consiste na exploração de analogias entre o funcionamento do sistema nervoso e os circuitos elétricos, mediada pelo uso de uma ferramenta de simulação interativa.

A interdisciplinaridade entre Física e Biologia manifesta-se na abordagem dos fenômenos elétricos associados à transmissão de impulsos nervosos e à organização estrutural das conexões neurais. As habilidades específicas da BNCC contempladas na proposta incluem:

EF06CI06: Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização.

EF06CI07: Justificar o papel do sistema nervoso na coordenação das ações motoras e sensoriais do corpo, com base na análise de suas estruturas básicas e respectivas funções.

EF06CI10: Explicar como o funcionamento do sistema nervoso pode ser afetado por substâncias psicoativas

1.1 Referencial teórico

Os neurônios são as unidades fundamentais do sistema nervoso, responsáveis por transmitir informações em forma de impulsos elétricos e químicos. Estes sinais percorrem o axônio de um neurônio até atingir outra célula por meio das sinapses. O funcionamento neuronal pode ser comparado a um circuito elétrico, no qual correntes percorrem caminhos específicos para atingir um determinado objetivo (Durán, 2011). Essa analogia possibilita que estudantes compreendam os conceitos básicos de eletricidade, associando-os a processos biológicos que ocorrem em seu próprio corpo.

No contexto educacional, o uso de analogias facilita a aprendizagem de conceitos complexos, como observado em Novak (2010), que destaca que associações com conhecimentos prévios auxiliam no desenvolvimento de modelos mentais. Estudos como os de Duit (1991) e Harrison e Treagust (2006) reforçam que analogias entre fenômenos físicos e biológicos favorecem a construção de modelos cognitivos e promovem a transferência de significado entre domínios conceituais distintos. Ao associar neurônios a circuitos elétricos, conforme discutido por Chittleborough e Treagust (2007), os estudantes conseguem compreender fenômenos como a propagação do impulso nervoso, a sinapse e os mecanismos de ativação e inibição, o que contribui para uma aprendizagem mais integrada entre Física e Biologia.

A história do estudo dos neurônios remonta ao século XIX, quando o neurocientista espanhol Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) fez descobertas revolucionárias. Baseando-se nas técnicas de coloração do tecido nervoso desenvolvidas por Camillo GolgiI (1843-1926), Ramón y Cajal conseguiu visualizar os neurônios ao microscópio[II] e propôs as bases para a neurociência (Ramón y Cajal, 2024). Esta teoria sugere que o sistema nervoso é composto por células individuais e distintas, os neurônios. Pelo ineditismo do trabalho sobre o sistema nervoso, Golgi e Ramón y Cajal dividiram o

[I] Ele conservou fragmentos de tecido nervoso em bicromato de potássio por um longo período e, em seguida, os imergiu em nitrato de prata. Esse método, conhecido como reação negra, impregnou algumas células com prata, destacando-as contra um fundo claro, o que possibilitou o estudo detalhado do tecido nervoso. Utilizando essa técnica, ele identificou uma célula glial do cerebelo, atualmente chamada de célula radial de Bergmann.

[II] Utilizando o método de Golgi e o método de ouro-cloreto mercúrico, também conhecido como ouro-sublimado, descreveu com precisão a citoarquitetura do tecido nervoso, incluindo os neurônios e os astrócitos.

Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina em 1906 (Nobel Prize, 2025).

Antes disso, acreditava-se que o sistema nervoso era uma rede contínua de células interconectadas, um conceito conhecido como “reticularismo”. A teoria de Ramón y Cajal, no entanto, estabeleceu que os neurônios são unidades independentes que se comunicam através de sinapses. O Quadro 1, a seguir, sintetiza cronologicamente as contribuições fundamentais que pavimentaram o entendimento moderno sobre a estrutura e a função dos neurônios.

Quadro 1 – Primeiros conceitos relevantes sobre células nervosas

Século V a.C.	**Século XIX**	**1891**
Alcmeão de Crotona identificou os nervos ópticos e sugeriu que o cérebro era o centro das sensações e pensamentos.	Gabriel Gustav Valentin e Christian Gottfried Ehrenberg descreveram as primeiras células neurais usando microscópios acromáticos.	Wilhelm His e August Forel introduziram o termo “neurônio” para descrever essas células nervosas.

Fonte: Organização dos autores

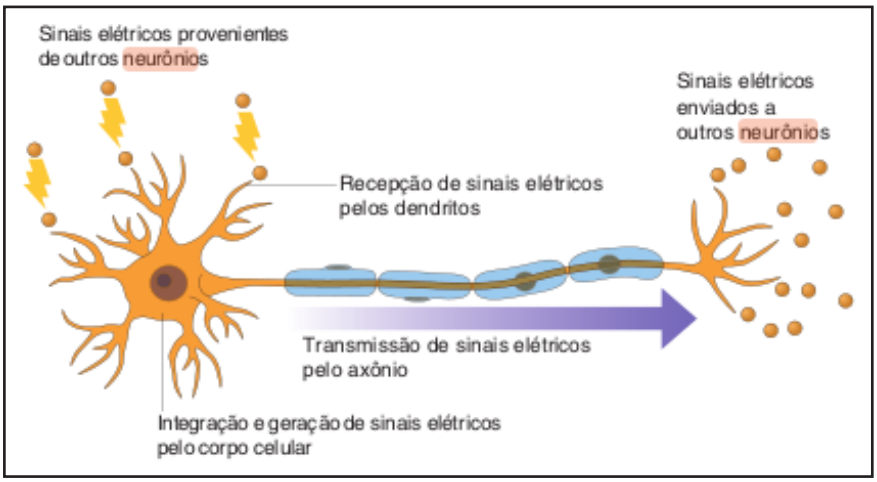
Santiago Ramón y Cajal demonstrou que os neurônios são células individuais responsáveis pela transmissão de sinais elétricos e químicos, descrevendo sua estrutura básica — corpo celular, dendritos e axônio — e o papel das sinapses na comunicação neural. Sua teoria do neurônio, complementada pelos estudos de Golgi, lançou as bases da neurociência moderna. Os neurônios, como unidades estruturais e funcionais do sistema nervoso, atuam de forma independente, transmitindo impulsos nervosos de maneira unidirecional, dos dendritos ao axônio, garantindo a organização e eficiência da comunicação neural (Ramón y Cajal, 2024).

Santiago Ramón y Cajal demonstrou que os neurônios são células individuais responsáveis pela transmissão de sinais elétricos e químicos, descrevendo sua estrutura básica — corpo celular, dendritos e axônio — e o papel das sinapses na

comunicação neural. Sua teoria do neurônio, complementada pelos estudos de Golgi, lançou as bases da neurociência moderna. Os neurônios, como unidades estruturais e funcionais do sistema nervoso, atuam de forma independente, transmitindo impulsos nervosos de maneira unidirecional, dos dendritos ao axônio, garantindo a organização e eficiência da comunicação neural (Ramón y Cajal, 2024).

Os neurônios possuem três partes principais: o corpo celular (soma), que contém o núcleo e é responsável pela manutenção celular; os dendritos, que são extensões receptoras dos sinais de outros neurônios; e o axônio, um prolongamento que transmite sinais elétricos para outros neurônios ou células efetoras[III] (Figura 1).

Figura 1 – Partes principais do neurônio, com sinais elétricos



Fonte : Duran (2011)
Legenda: Imagem escolhida para construção das estruturas do neurônio humano

Os neurônios podem ser classificados em diferentes tipos, de acordo com suas funções no sistema nervoso. Os neurônios sensoriais são responsáveis por transmitir informações provenientes de estímulos externos ou internos para o sistema nervoso central, permitindo a percepção do ambiente e do estado interno do organismo. Por outro lado, os neurônios motores conduzem sinais do sistema nervoso central para músculos e glândulas, desempenhando um papel crucial na execução de respostas motoras e na regulação de funções corporais. Já os interneurônios atuam como elementos de conexão

[III] Células que respondem a estímulos e causam mudanças no organismo, principalmente durante uma resposta imunológica.

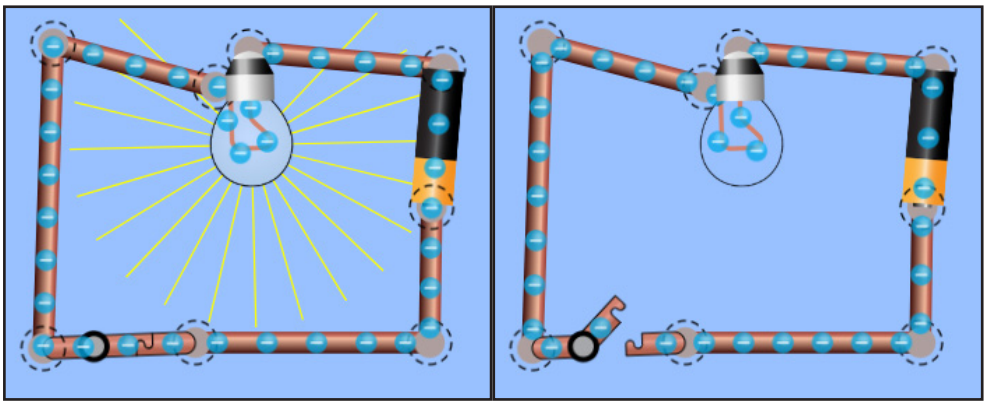
dentro do sistema nervoso central, facilitando a comunicação entre neurônios sensoriais e motores e contribuindo para a integração e processamento de informações neurais. As sinapses são junções onde a comunicação entre neurônios ocorre. Os neurotransmissores são substâncias químicas que transmitem sinais através das sinapses. Exemplos incluem dopamina, serotonina e acetilcolina (Guyton; Hall, 2021).

Com o estudo de conceitos de física, é possível explorar analogias que favoreçam uma aprendizagem interdisciplinar, conectando diferentes áreas do conhecimento. A propagação de impulsos nervosos pode ser explicada por meio dos conceitos de corrente elétrica e potencial de ação, ilustrando a transmissão elétrica nos neurônios. Além disso, a física do movimento e a biomecânica permitem uma analogia com os conceitos de força, torque e equilíbrio, aplicados ao funcionamento integrado dos sistemas nervoso, muscular e ósseo (Duran, 2011). Outro aspecto relevante é a análise das substâncias psicoativas, em que se pode comparar seus efeitos no sistema nervoso com a influência de fatores externos nos circuitos elétricos, abordando interrupções ou alterações nos sinais. Essa analogia, embora ainda pouco documentada na literatura, representa uma proposta original deste estudo e sugere novas possibilidades para o ensino interdisciplinar, demandando futuras investigações empíricas que avaliem sua eficácia didática. Para complementar, experimentos práticos podem ser propostos com base em analogias já investigadas (Duit, 1991; Treagust; Gilbert, 2002), utilizando simulações com baterias e resistores para representar os impulsos nervosos, oferecendo aos estudantes uma compreensão concreta das interações entre a física e os processos biológicos.

Circuitos elétricos são sistemas fechados que permitem o fluxo de corrente elétrica para realizar diferentes funções, como iluminação, aquecimento, acionamento de motores ou transmissão de sinais. Eles são amplamente utilizados em dispositivos eletrônicos, máquinas e redes elétricas, sendo fundamentais para o funcionamento de tecnologias modernas (Hewitt, 2002). Um circuito simples é composto por elementos básicos, incluindo uma fonte de energia (baterias ou geradores) que fornece a energia

elétrica necessária, condutores (fios) que transportam a corrente, componentes de controle (interruptores) que regulam o fluxo de corrente e cargas (lâmpadas, motores ou resistores) que consomem a energia para realizar trabalho (Figura 2).

Figura 2 – Circuito elétrico simples (simulação PhET "Kit para montar circuito DC")



Fonte: Autores (2025)
Legenda: Circuito elétrico simples composto por pilha, interruptor e lâmpada. Quando o interruptor estiver fechado (ligado), a corrente elétrica flui e acende a lâmpada (esquerda). Se o interruptor estiver aberto, o circuito será interrompido e a lâmpada não acenderá (direita)

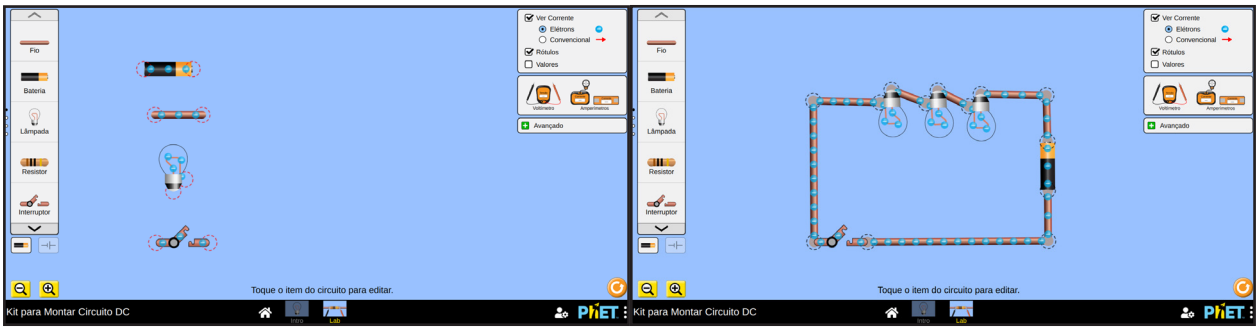
A história do entendimento sobre circuitos elétricos é marcada por contribuições de grandes cientistas ao longo dos séculos. No século XVI, William Gilbert introduziu o termo "eletricidade" ao estudar fenômenos de eletricidade estática. Alessandro Volta, no século XVIII, inventou a primeira bateria elétrica, permitindo a geração contínua de corrente. Georg Simon Ohm descobriu a relação entre tensão, corrente e resistência, enquanto Michael Faraday revelou os princípios da indução eletromagnética, fundamentais para os geradores. James Clerk Maxwell unificou a eletricidade e o magnetismo em suas famosas equações, e Nikola Tesla transformou essas teorias em aplicações práticas com a corrente alternada, revolucionando a transmissão de energia elétrica (Cherman, 2004). Esses estudos formaram a base para o mundo tecnológico que conhecemos hoje.

Analogias são amplamente utilizadas na educação científica para traduzir fenômenos complexos em conceitos mais acessíveis (Harrison; Treagust, 2006). Neste caso, a comparação entre circuitos elétricos e neurônios é uma estratégia que permite

a compreensão da propagação de impulsos nervosos de forma mais simples e visual. Embora eficaz, o uso de analogias deve ser acompanhado de mediação pedagógica, para evitar possíveis equívocos decorrentes de diferenças entre o modelo e o fenômeno real (Treagust; Gilbert, 2002).

No contexto das tecnologias educacionais, destacam-se as simulações PhET, que têm como objetivo promover a aprendizagem ativa por meio da experimentação virtual e da visualização de fenômenos físicos e biológicos. Diversos estudos, como os de Finkelstein *et al*. (2005) e Freitas e Caface Filho (2024), evidenciam a eficácia do uso de simulações PhET no ensino de conceitos abstratos, incluindo analogias entre circuitos elétricos e processos biológicos, reforçando o potencial dessa ferramenta para a aprendizagem interdisciplinar no ensino de Ciências.

Figura 3 – Simulação PhET "Kit para montar circuito DC"



Fonte: Autores (2024)
Legenda: Lado esquerdo há os componentes de um circuito elétrico: pilha, fio, lâmpada e interruptor. Lado direito há o circuito montado

Na simulação "Kit para montar circuito DC", os estudantes podem manipular componentes como fios, interruptores e pilhas para criar circuitos elétricos simples e observar os efeitos de suas alterações (FIgura 3). Este processo estimula a curiosidade científica, incentiva o aprendizado ativo e promove a construção de hipóteses e a resolução de problemas (Weller *et al*; 2022).

Além disso, o uso de simulações interativas é particularmente eficaz no ensino de estudantes do Ensino Fundamental II, pois favorece a aprendizagem visual e prática,

aumentando a motivação e o engajamento (Souza *et al*; 2020). Estudos demonstram que simulações são mais eficazes quando acompanhadas de atividades que conectem diretamente o conteúdo explorado à realidade dos alunos, como ocorre nesta atividade ao relacionar circuitos elétricos ao funcionamento dos neurônios.

Apesar da relevância das analogias e do uso de ferramentas digitais como o PhET, observa-se uma lacuna na literatura quanto à integração dessas abordagens no ensino de neurociências em nível básico. Poucos estudos exploram de maneira sistemática as relações entre circuitos elétricos e processos nervosos, especialmente com o suporte de simulações interativas. Assim, o presente trabalho se destaca por propor uma sequência didática original que integra construção de modelos físicos e uso de simulações digitais, contribuindo para a ampliação do repertório metodológico voltado à aprendizagem interdisciplinar em Ciências.

2 PROPOSTA DE ENSINO

A proposta apresentada consiste em um produto educacional teórico, estruturado sob a forma de sequência didática interdisciplinar entre Física e Biologia. O produto contempla duas etapas articuladas: (1) a construção de um modelo físico representando um neurônio e (2) o estabelecimento de analogias entre o funcionamento do sistema nervoso e os circuitos elétricos, exploradas por meio de uma simulação interativa PhET. Essa abordagem visa integrar a experimentação manual com a visualização digital de fenômenos, favorecendo a aprendizagem significativa e o pensamento científico dos estudantes.

O público-alvo da proposta são estudantes do Ensino Fundamental II, etapa na qual os conteúdos de eletricidade e sistema nervoso são introduzidos de forma elementar, possibilitando conexões interdisciplinares. Trata-se de uma proposta conceitual e teórica, cujo objetivo é delinear um percurso pedagógico fundamentado em metodologias ativas e passível de futura aplicação empírica. A proposta combina teoria e prática, alinhando-se às habilidades EF06CI06, EF06CI07 e EF06CI10, como disposto no quadro 2:

Quadro 2 – Proposta de sequência didática

Etapa	Objetivo
Introdução	Apresentação dos componentes do sistema nervoso (neurônios, sinapses e impulsos nervosos) e dos fundamentos dos circuitos elétricos, utilizando a simulação PhET para ilustrar analogias.
Construção de modelos didáticos	Alunos criam modelos de estruturas nervosas (corpo celular, dendritos e axônio) com materiais acessíveis, incentivando criatividade e colaboração.
Aplicação prática	Demonstração dos modelos e simulações interativas reforçam o aprendizado sobre conexões sinápticas e transmissão de sinais no sistema nervoso.

Fonte: Organização dos autores

A sequência didática foi concebida em consonância com os princípios da aprendizagem ativa, na qual o estudante assume papel protagonista na construção do conhecimento, por meio da experimentação, da formulação de hipóteses e da análise de resultados. Essa perspectiva valoriza a investigação e o raciocínio crítico, aproximando a aprendizagem escolar dos processos científicos de produção do saber.

As etapas da proposta estão organizadas em duas subseções: 2.1 Construção do modelo, dedicada à elaboração do modelo didático do neurônio, e 2.2 Analogia e simulação, que aborda a correspondência entre o sistema nervoso e os circuitos elétricos, explorada por meio da simulação PhET “Kit para montar circuito DC”.

2.1 Construção do modelo

Para subsidiar a proposta, realizou-se uma pesquisa bibliográfica em artigos, livros e bases digitais sobre o ensino interdisciplinar de Ciências, modelos didáticos e uso de simulações interativas. As informações coletadas foram sistematizadas e categorizadas para orientar o delineamento da sequência didática.

A construção do modelo didático foi realizada com materiais acessíveis e de baixo custo, como papel alumínio, papel higiênico, cola branca, massa de biscuit e

tintas. O papel alumínio foi moldado de acordo com a estrutura de um neurônio humano (Figura 1) e, posteriormente, revestido com uma mistura de cola e papel para conferir rigidez e durabilidade. As regiões mais delicadas, como os prolongamentos do corpo celular, foram reforçadas com biscuit para maior resistência (figura 4).

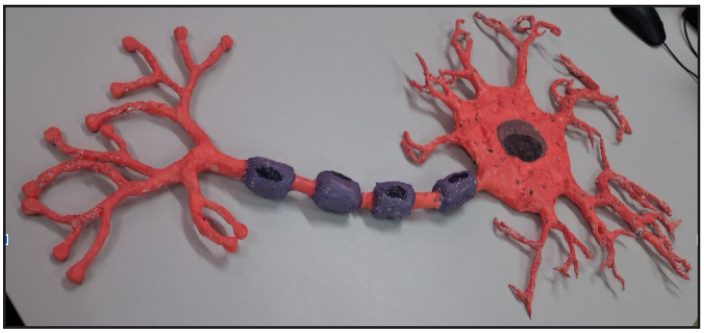
Figura 4 – Diferentes fases da construção do modelo didático para o neurônio



Fonte: Acervo particular dos autores (2024)
Legenda: Estrutura do neurônio em papel alumínio revestida com cola,papel e biscuit

O modelo finalizado apresenta coloração ilustrativa (rosa, roxo e marrom) e dimensões ampliadas — aproximadamente 93 cm de comprimento, sendo o corpo celular responsável por 39% (37 cm de diâmetro) e o axônio por 61% (56 cm de comprimento) do total (Figura 5).

Figura 5 – Modelo didático finalizado para o neurônio



Fonte: Acervo particular dos autores (2024)
Legenda: Modelo didático finalizado com 93 cm de comprimento, colorido conforme Figura 1

2.2 Analogia e simulação

Na segunda etapa, estabeleceu-se uma analogia entre o neurônio e um circuito elétrico simples, como detalhado no Quadro 3.

Essa correspondência enfatiza semelhanças estruturais e funcionais entre ambos os sistemas, destacando aspectos como condução de sinais (axônios), controle de fluxos (sinapses) e conversão de energia (ATP e potencial de ação em respostas musculares ou glandulares).

Quadro 3 – Analogia entre um circuito elétrico e um neurônio

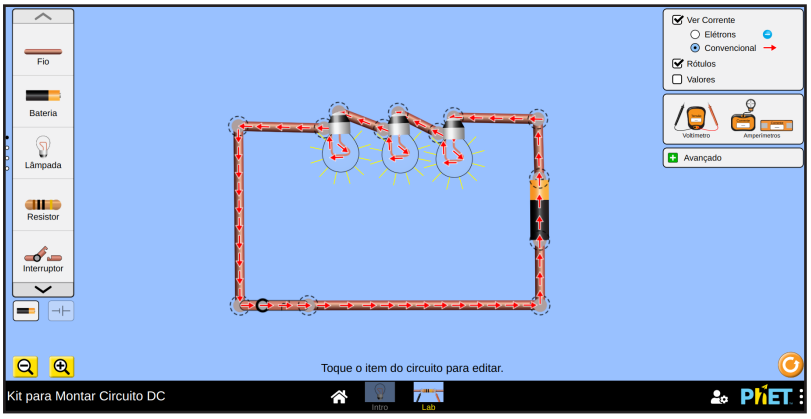
Componente	Circuito Elétrico	Sistema Nervoso	Função/Paralelo
Fonte de energia	Pilhas ou bateria	Energia bioquímica gerada no neurônio (ATP)	Fornece energia para a transmissão de sinais elétricos ou nervosos.
Caminhos elétricos	Fios	Axônios	Conduzem energia ou sinais entre pontos específicos.
Interrupções controladas	Interruptores ou chaves	Sinapses	Controlam o fluxo de sinais, permitindo ou inibindo a transmissão.
Conversão de energia	Lâmpadas ou outros dispositivos de saída	Músculos ou glândulas	Convertem energia em trabalho mecânico ou secreção química.
Interferências externas	Resistores	Drogas, toxinas ou doenças neurológicas	Bloqueiam ou modulam a transmissão normal dos sinais.

Fonte: Organização dos autores

A analogia foi ilustrada com o uso da simulação PhET “Kit para montar circuito DC”, que permite observar o deslocamento de elétrons ao fechar o circuito, iluminando lâmpadas (figura 6). Esse comportamento é comparável à transmissão de sinais

nervosos. Adicionalmente, a presença de resistores no circuito exemplifica o impacto de substâncias psicoativas no sistema nervoso, demonstrando variações no brilho das lâmpadas (figura 7).

Figura 6 – Deslocamento dos elétrons em um circuito

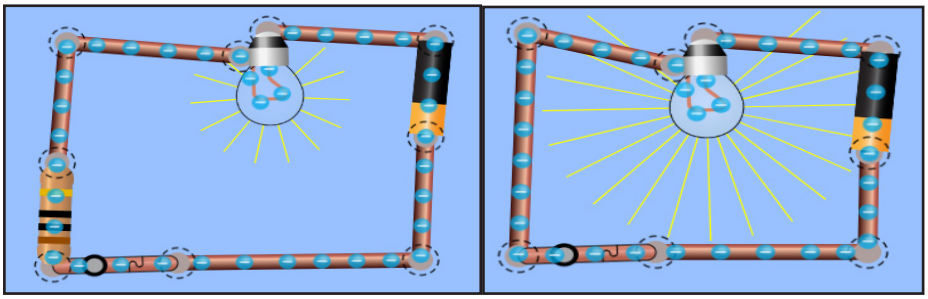


Fonte: Autores (2025)

Legenda: Circuito composto por pilha, interruptor e lâmpada, mostrando o deslocamento de elétrons. (setas vermelhas)

Da mesma forma podemos simular uma analogia para a presença de substâncias psicoativas no sistema nervoso, aqui podemos perceber a diferença do brilho da lâmpada com e sem um resistor presente no circuito. Nota-se que a lâmpada brilha mais quando o circuito não tem o resistor.

Figura 7 – Efeito de resistores no circuito: analogia com substâncias psicoativas.



Fonte: Captura de tela da simulação PhET. Autores (2025)

Legenda: Representação de como substâncias psicoativas afetam o funcionamento do sistema nervoso.

A proposta apresentada demonstra o potencial de integrar modelos didáticos e simulações interativas para explorar conceitos interdisciplinares entre neurociência e circuitos elétricos. Embora esta proposta ainda não tenha sido implementada, é possível antecipar resultados esperados com base em evidências de pesquisas anteriores. Espera-se que o uso de modelos tridimensionais e simulações interativas promova maior engajamento, curiosidade e compreensão conceitual dos estudantes (Souza *et al*; 2020; Weller *et al*; 2022). Tais expectativas são sustentadas por estudos que demonstram o potencial das analogias e das metodologias ativas para a aprendizagem significativa em Ciências (Ausubel, 2003; Harrison; Treagust, 2006).

Por tratar-se de uma proposta teórica, este estudo não apresenta dados empíricos de aplicação. Contudo, a sequência foi elaborada com base em princípios validados de ensino ativo e interdisciplinaridade, o que confere consistência pedagógica ao modelo. Recomenda-se, em trabalhos futuros, a implementação da proposta em contextos escolares distintos, visando avaliar empiricamente seus efeitos sobre a aprendizagem e o engajamento dos estudantes.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de modelos didáticos para o ensino do tecido nervoso mostra-se uma abordagem promissora para superar as dificuldades no ensino de conceitos abstratos. Essa estratégia facilita a compreensão de tópicos complexos, como sinapses e impulsos nervosos, por meio de uma visualização tridimensional acessível e envolvente. Além disso, promove o desenvolvimento de habilidades como criatividade, trabalho em equipe e pensamento crítico nos estudantes.

A proposta teórica apresentada evidencia o potencial de integrar modelos didáticos e simulações interativas para o ensino interdisciplinar entre neurociência e circuitos elétricos. Mesmo sem aplicação empírica, a estrutura metodológica delineada oferece subsídios concretos para professores que desejem incorporar estratégias de aprendizagem ativa no ensino de Ciências.

A integração da simulação “Kit para montar circuito DC” com a analogia do funcionamento dos neurônios proporciona uma experiência pedagógica dinâmica e conectada à realidade. Essa abordagem não incentiva o aprendizado ativo e colaborativo e atende às demandas contemporâneas do ensino de Ciências, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e cientificamente competentes. Entretanto, é importante reconhecer as limitações inerentes à analogia entre circuitos elétricos e neurônios, uma vez que, embora ambos envolvam a transmissão de sinais elétricos, os neurônios operam por meio de processos eletroquímicos complexos que dependem da movimentação de íons e da liberação de neurotransmissores, enquanto os circuitos elétricos funcionam pela movimentação de elétrons em condutores metálicos. Assim, a analogia deve ser utilizada com mediação docente, destacando as diferenças entre os fenômenos físicos e biológicos, de modo a evitar interpretações simplistas ou concepções equivocadas sobre o funcionamento do sistema nervoso.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful learning**. New York: Grune & Stratton, 2003.

CALADO, Ana Margarida. História do Ensino de Histologia. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 20, p. 455-466, 2019.

CHERMAN, Alexandre. **Sobre os ombros de gigantes: uma história da física**. Jorge Zahar Ed., Rio de Janeiro, 2004.

CHITTLEBOROUGH, Gail; TREAGUST, David F. The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. **Chemistry education research and practice**, v. 8, n. 3, p. 274-292, 2007.

DUIT, Reinders et al. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.

DURÁN, J. E. R. **Biofísica: fundamentos e aplicações**. São Paulo: Prentice, 2011. 318p.

FINKELSTEIN, Noah D. ADAMS, W. K., KELLER, C. J., KOHL, P. B., PERKINS, K. K., PODOLEFSKY, N. S., & LEMASTER, R. . When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. **Physical Review Special Topics—Physics Education Research**, v. 1, n. 1, p. 010103, 2005.

FREITAS, Gisele Bosso de; CAFACE FILHO, C. A. Simulações interativas e experimentos práticos na abordagem do problema de três corpos. In: **Congresso De Inovação E Metodologias No Ensino Superior E Tecnológico**, 7., 2024, Ouro Preto - MG. *Anais [...]*. Ouro Preto: [s. n.], 2024.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 14. ed. Elsevier, 2021.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. **Journal of Research in Science Teaching**, 2006.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 9ª edição. Porto Alegre, 2002.

MORAN, J. M. **Metodologias ativas para uma educação inovadora.** São Paulo: Papirus, 2015.

NOBEL PRIZE. **The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1906**. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2025. Disponível em: https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1906/summary/. Acesso em: 9 jan. 2025.

NOVAK, Joseph D. **Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations**. 2nd ed. New York: Routledge, 2010.

PEREIRA, Maria. **Neurociência e educação: uma abordagem prática.** São Paulo: Editora Educação, 2022.

PERKINS, K. K.; LOPEZ, L.; WIEBE, E. N. PhET Interactive Simulations: A research-based approach to interactive engagement in science. **Journal of Physics Education Research**, 2006.

PERKINS, K., WIEMAN, C., ADAMS, W., FINKELSTEIN, N., & KRAUS, P. PhET: Interactive simulations for teaching and learning physics. **The Physics Teacher**, 44(1), 18–23, 2006a.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **PhET: Interactive Simulations for Science and Math.** Boulder, CO: University of Colorado Boulder, 2025. Disponível em: https://phet.colorado.edu/. Acesso em: 13 out. 2025.

RAMÓN Y CAJAL, S. **História do estudo dos neurônios**. Tradução adaptada, 2024.

SILVA, João. A importância das maquetes no ensino de ciências. **Revista de Educação,** v. 10, n. 2, p. 45-58, 2023.

SOUZA, M. L.; FERREIRA, L. B.; SANTOS, J. R. O uso de simulações no ensino de Ciências: Um estudo sobre a motivação no aprendizado. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 2020.

TREAGUST, D. F.; GILBERT, J. K. Improving teaching and learning through analogies. In: Gilbert, J. K. (Ed.). **The role of models and modelling in science education.** Dordrecht: Springer, 2002. p. 127–147.

WELLER, L. et al. Interactive simulations in science teaching: Enhancing understanding and engagement in the classroom. **International Journal of Science Education**, 2022.

Contribuição de Autoria

1 – Gisele Bosso de Freitas

Graduada em Matemática, Especialista em Aprendizaje Activo STEM con Simulaciones Interactivas PhET, Mestra e Doutora em Biofísica Molecular
https://orcid.org/0000-0002-5729-3620 • giseleuemasul@gmail.com
Contribuição: Conceituação, Metodologia, Supervisão, Escrita – revisão e edição

1 – Irwing Carlo Neres da Silva

Graduando em Ciências Biologicas na Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão.
https://orcid.org/0009-0000-1950-9489 • irwingsilva.20180000837@uemasul.edu.br
Contribuição: Conceituação, Visualização de dados — infográfico, fluxograma, tabela e gráfico, Escrita – primeira redação.

1 – Laiara Carneiro De Sousa

Graduanda em Ciências Biologicas na Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão.
https://orcid.org/0009-0007-2443-1293 • laiarasousa.20200009012@uemasul.edu.br
Contribuição: Conceituação, Visualização de dados — infográfico, fluxograma, tabela e gráfico, Escrita – primeira redação.

Como citar este artigo

DE FREITAS. G. B.; DA SILVA. I. C. N.; DE SOUSA. L. C. Proposta de aprendizagem ativa em ciências: explorando analogias entre neurônios e circuitos elétricos. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 48, e90677, 2026. DOI 10.5902/2179460X90677. Disponível em: https://doi.org/10.5902/2179460X90677.