

**COLÉGIO PEDRO II
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA,
EXTENSÃO E CULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU –
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM 2025**

Leonardo Lima de Oliveira

**INTEGRAÇÃO DE TDICs NO ENSINO DE BIOLOGIA:
uma abordagem computacional do sistema nervoso**

Rio de Janeiro
2025

Leonardo Lima de Oliveira

**INTEGRAÇÃO DE TDICS NO ENSINO DE BIOLOGIA:
uma abordagem computacional do sistema nervoso**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação Lato Sensu – Curso de Especialização 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.

Orientador(a): Prof. Dr. Guilherme de Rezende Dias.

Rio de Janeiro

2025

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

P222 Oliveira, Leonardo Lima de
Integração de TDICs no ensino de biologia : uma abordagem
computacional do sistema nervoso / Leonardo Lima de Oliveira. – Rio de
Janeiro, 2025.

32 f.

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: Guilherme de Rezende Dias.

1. Biologia (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Sistema nervoso. 3.
Arduino (Controlador programável). 4. Tecnologias da informação e
comunicação. I. Dias, Guilherme de Rezende. II. Colégio Pedro II. III.
Título.

CDD 570

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

Leonardo Lima de Oliveira

**INTEGRAÇÃO DE TDICs NO ENSINO DE BIOLOGIA:
uma abordagem computacional do sistema nervoso**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação Lato Sensu – Curso de Especialização em Ensino de Ciência 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 Ciência e Biologia.

Aprovado em 28 de novembro de 2025.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Guilherme de Rezende Dias.
Colégio Pedro II.
Orientador

Prof. Dr. Diego Motta
Colégio Pedro II.

Prof^a. Msc. Marcelle Pita de Sousa do Carmo
Universidade Federal do Rio de Janeiro/Prefeitura Municipal de Maricá.

Prof. Dr. Fábio Damasceno
Colégio Pedro II.
Rio de Janeiro

2025

RESUMO

OLIVEIRA, Leonardo Lima. **Integração De TDICs No Ensino De Biologia**: uma abordagem computacional do sistema nervoso. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, 2025.

O trabalho tem como objetivo elaborar uma sequência didática que integra a plataforma Arduino ao ensino do sistema nervoso, desenvolvendo conteúdos da disciplina de Biologia enquanto introduz conceitos de computação. Considerando o papel central das tecnologias digitais na sociedade contemporânea, a proposta busca incorporar o uso crítico e significativo das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), em consonância com as competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A sequência, destinada a turmas da 2ª série do Ensino Médio, foi estruturada em cinco encontros que abordam desde a lógica de programação e o funcionamento das máquinas até a anatomia e fisiologia do sistema nervoso. As atividades incluem elaboração de algoritmos, estudos dirigidos sobre o sistema nervoso, modelagem tridimensional de estruturas neurais com massa de modelar e a construção de um modelo funcional de neurônio, programado no Arduino, que simula a propagação do impulso nervoso. Com esse produto educacional espera-se dinamizar o ensino da neurofisiologia e promover o letramento digital dos estudantes por meio da robótica educacional.

Palavras-chave: Arduino; Biologia; ensino; sistema nervoso; TDIC.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Leonardo Lima. **Integração De TDICs No Ensino De Biologia**: uma abordagem computacional do sistema nervoso. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, 2025.

The work aims to develop a didactic sequence that integrates the Arduino platform into the teaching of the nervous system, combining Biology content with the introduction of basic computing concepts. Considering the central role of digital technologies in contemporary society, this proposal seeks to incorporate the critical and meaningful use of Digital Information and Communication Technologies (DICTs), in line with the competencies established by the Brazilian National Common Curricular Base (BNCC). The didactic sequence, designed for second-year high school students, was structured into five sessions that address topics ranging from programming logic and the functioning of machines to the anatomy and physiology of the nervous system. The activities include the development of algorithms, guided studies on the nervous system, three-dimensional modeling of neural structures using modeling clay, and the construction of a functional neuron model programmed on Arduino to simulate the propagation of nerve impulses. This educational product is expected to make the teaching of neurophysiology more dynamic and to promote students' digital literacy through educational robotics.

Keywords: Arduino; Biology; nervous system; teaching; DICTs.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	EXPLORAÇÃO BIBLIOGRÁFICA	8
3	PRODUTO PEDAGÓGICO	16
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
	REFERÊNCIAS	23
	APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA	26
	APÊNDICE B – ESTUDO DIRIGIDO - SISTEMA NERVOSO	30

1 INTRODUÇÃO

A presença de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) no ambiente escolar pode não significar por si só uma inovação pedagógica. Embora seja inegável a influência dessas ferramentas no cotidiano, a sua inserção no contexto educacional corre o risco de perpetuar o modelo tradicional de ensino centrado no professor, porém substituindo o quadro por equipamentos como projetores de tela, lousas digitais, plataformas de aprendizagem e aplicativo educacionais. branco pelo *data show*. Ainda assim, é preciso reconhecer as potencialidades do uso de TDICs para o ensino de Ciências e Biologia, uma vez que permitem “facilitar a compreensão dos conceitos na área de ensino das ciências, tornando-os menos abstratos, mais “visualizáveis” e compreensíveis do que são considerados pelos estudantes.” (REIS, LEITE & LEÃO, p. 2, 2017). No entanto, é necessário refletir acerca da presença desses recursos no espaço escolar e sobre o papel dos educadores em meio a expansão da vida social para o mundo tecnológico e digital.

Esse movimento de inserção tecnológica no espaço escolar acompanha a tendência, iniciada com o advento das tecnologias digitais nas sociedades contemporâneas, de se estruturarem baseando-se no intenso fluxo de informação possibilitado pelo desenvolvimento das TDICs (CASTELL, 1999 *apud* COUTINHO & LISBÔA, 2011). Isso, por consequência, reverbera em diversas esferas da sociedade, atravessando as relações interpessoais, a formação dos indivíduos e a própria noção de cidadania (SOUTO, LAPA, ESPÍNDOLA, 2019).

Em meio a essas transformações, a escola, enquanto espaço de construção cidadania e de conhecimento, depara-se com o desafio de incorporar esses recursos tecnológicos para atender às novas demandas da realidade. Além disso, o acesso precoce e excessivo a esses recursos, sobretudo a internet, pelos indivíduos, impacta no seu desenvolvimento cognitivo e, conseqüentemente, no seu aprendizado (Prensky, 2001). Assim, ao professor é confiada a tarefa de ensinar esse novo alunado, o que o pressiona a adotar novas estratégia pedagógicas, dentre elas, a integração de TDICs à sua prática docente.

Nesse âmbito, torna-se também importante a instrução dos estudantes para o manuseio das TDICs, uma vez que elas se constituem como fonte de informação e conhecimento, que não se encontram restritos aos muros da escola. Assim, é

necessária a capacidade de discernimento do conteúdo acessado, o que incube às instituições escolares o papel de desenvolver a análise crítica dos alunos ao material consumido no mundo digital. Esse debate representa a importância de apropriação crítica dos recursos tecnológicos em sala de aula, de modo a situá-los enquanto produtos da ciência, assim como suas implicações na sociedade.

Além disso, ao deparar-se com essa realidade cada vez mais tecnológica é possível estabelecer paralelos entre as TDICs e componentes biológicos que constituem os seres vivos. Isso é perceptível na medida em que ambos são capazes de receber e processar informações, assim como responder a elas. Essa semelhança é especialmente importante para o funcionamento do sistema nervoso humano, que assemelha-se, nesse sentido, a uma máquina. É a partir dessa lógica que esse sistema controla e coordena as atividades do corpo, sendo vital para a homeostase do organismo.

Nesse cenário, é de interesse a construção de uma sequência didática que explore o uso das TDICs atrelada ao ensino do sistema nervoso e noções básicas de programação por meio do uso do Arduino. Na proposta, é planejada a construção de um modelo de neurônio usando massa de modelar que simula a propagação do impulso nervoso através de LEDs programados por Arduino. A atividade destina-se a estudantes do Ensino médio no âmbito da disciplina de Biologia, e o presente trabalho almeja propor a reflexão e o debate acerca do uso de tais recursos tecnológicos nas aulas de Ciências e Biologia, bem como sua crescente inserção por meio de políticas educacionais, como a própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

2 EXPLORAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

A sociedade contemporânea é caracterizada pelo uso exaustivo da tecnologia e pelo bombardeio quase incessante de informações, que nunca estiveram tão acessíveis. A tecnologia, como aponta Santana *et al.*(2021), é introduzida precocemente na vida dos indivíduos, de modo que eles tornam-se capazes de manusear dispositivos eletrônicos e navegar na internet antes mesmo de apresentarem o domínio mínimo da língua.

O momento histórico é cada vez mais predominado pelos nativos digitais, termo cunhado por Prensky (2001), que designa aqueles que nasceram a partir das

últimas décadas do século XX, momento em que se inicia a imersão, desde muito cedo na vida, dos sujeitos no mundo tecnológico e informacional. Essa transição que se observa no perfil dos indivíduos e da própria sociedade reverbera no contexto escolar, de modo que a problemática que se instala diz respeito às responsabilidades das instituições de ensino frente aos novos interesses e demandas dessa realidade.

De acordo com Castell (1999, *apud* COUTINHO & LISBÔA, 2011), o modo informacional de desenvolvimento faz da informação a base material dessa sociedade, cujos pilares são a liberdade individual e a comunicação aberta. Assim, segundo o autor, as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) assumem um papel central no funcionamento e entendimento dessa estrutura social, além de serem uma ferramenta indispensável para a aquisição de informações e construção de conhecimentos pelos indivíduos (CASTELL, 1999 *apud* COUTINHO & LISBÔA, 2011).

A internet ganha destaque nesse novo paradigma social, pois potencializa o uso das TDICs e permeia as relações interpessoais, de modo a fazer com que “ser excluído da Internet significa ser socialmente excluído no século XXI” (HARARI, 2018 *apud* SANTANA *et al.*, 2021). Dessa forma, para o exercício e construção da noção de cidadania nos dias de hoje, é necessário ter acesso e consumir os meios informacionais — uma transformação do *estar conectado* para o *ser conectado* (SOUTO, LAPA, ESPÍNDOLA, 2019).

As principais características dessa sociedade da informação, se resumem em:

- I) A informação é a sua matéria-prima, formando uma relação benéfica mútua com a tecnologia;
- II) Capacidade de penetração dos efeitos das novas tecnologias, permeando as esferas social, política e econômica;
- III) Lógica das redes, facilitando a interação entre as pessoas e se fazendo presente em diferentes contextos;
- IV) Flexibilidade, em que a informações tornam-se voláteis e maleáveis;
- V) Convergência de tecnologias específicas para um sistema altamente integrado, em que diferentes campos tecnológicos convergem para a lógica comum de produção da informação. (Castell, 2002 *apud* COUTINHO & LISBÔA, 2011)

Desse modo, em meio a esse cenário de grande fluxo e acesso a informações e imersão tecnológica, urge que os indivíduos tenham uma formação crítica e reflexiva acerca dessa realidade, de modo a desenvolverem habilidades e competências que permitam-nos lidar com a informatização do saber (COUTINHO &

LISBÔA, 2021; SOUTO, LAPA, ESPÍNDOLA, 2019). Assim, o sujeito deve ser capaz de analisar, interpretar e compreender a informação que obtém. Isso se faz particularmente importante ao considerar a forte influência que a internet tem em diversas esferas da sociedade, sobretudo as redes sociais enquanto principais palcos de desinformação por meio da disseminação de *fake news*.

Nesse cenário, torna-se importante, portanto, o letramento digital dos indivíduos na contemporaneidade. Buzato (2006) alerta sobre as diferenças significativas entre os termos letramento e alfabetização, que não podem ser interpretados como sinônimos, ao mesmo tempo que não são antagônicos. Segundo esse autor, a alfabetização restringe-se ao domínio das tecnologias que compõem uma linguagem, isto é, dos códigos, símbolos, regras e técnicas associadas a ela, ainda que não haja a apropriação das mesmas para aplicação em diferentes finalidades sociais (BUZATO, 2006). Portanto, trata-se de um apoderamento operacional que está relacionado com o uso técnico das TDICs e da internet, ou seja, saber manuseá-las, entender seu funcionamento, identificar seus componentes, (RIBEIRO & FREITAS, 2011), sendo essas competências imprescindíveis para o letramento.

Por outro lado, o letramento digital trata-se de “uma complexa série de valores, práticas e habilidades situados social e culturalmente envolvidos em operar linguisticamente dentro de um contexto de ambientes eletrônicos, que incluem leitura, escrita e comunicação” (SOUSA, 2007 *apud* FREITAS, 2010, pág. 338). Dessa forma, entende-se que ser letrado digitalmente significa incorporar as práticas, os códigos e valores desse mundo digital e tecnológico, que são utilizados como marcadores socioculturais e mecanismos para o acesso e consumo da informação.

Para pragmatizar esse debate, Gilster (1997, *apud* FREITAS, 2010), elenca competências básicas que definem o indivíduo letrado digitalmente. De maneira geral, segundo o autor, esse sujeito é capaz de realizar uma avaliação crítica do conteúdo encontrado nas redes, ao mesmo tempo em que apresenta habilidades que o permitem saber buscar fontes de maneira apropriada, frente à imensidão de informações disponíveis, e estabelecer conexões entre o conteúdo presente nelas.

A sociedade da informação, ao oferecer múltiplas formas ao sujeito para construção do conhecimento e de sua cidadania, desloca a escola de seu papel central nesses processos (COUTINHO & LISBÔA, 2021). Com a mudança na

conjuntura social, agora é posto à escola o desafio de capacitar o indivíduo para essa nova realidade, e para isso, faz-se necessária a inserção das TDICs nas salas de aula (MOTA & ZANOTTI, 2021; CARVALHO & GUIMARÃES, 2016; SOUTO, LAPA & ESPÍNDOLA, 2019). Não somente por isso, por conta da naturalização e do fácil acesso a essas tecnologias (principalmente os *smartphones*) pelos nativos digitais, torna-se necessária a adoção de estratégias alternativas de ensino que almejam a integração desses recursos. Isso porque esse novo público é altamente estimulado, habituado a receber informações muito rapidamente e ter sua vida integralmente conectada, refletindo em diferenças no aprendizado e, sobretudo, em manter a atenção quando comparados aos alunos anteriores às tecnologias digitais (PRENSKY, 2001; CARVALHO & SANTOS, 2021). Assim, o uso de TDICs, possibilita aos educadores o uso de diferentes estratégias pedagógicas para o desenvolvimento das capacidades cognitivas de seus estudantes, ao passo que torna as aulas mais atrativas, melhorando o engajamento e o andamento das mesmas. (MOTA & ZANOTI, 2021; TORRES & TONI, 2024).

Ainda assim, isso não significa o abandono total dos métodos tradicionais de ensino, conforme explicado por Schuartz & Sarmiento:

Trata-se, portanto, de agregar competências de cunho digital à solidez teórica que os professores carregam consigo, não apenas como mais uma ferramenta de apoio para um debate teórico sobre determinado tema ou a transmissão de um determinado saber, mas também como meio de fortalecer o processo de aprendizagem dos alunos. (SCHUARTZ & SARMENTO, 2020, pág. 433)

O uso de TDICs não pode ser feito de maneira que o meio torne-se o fim em si; isto é, que seja feito o uso somente por si mesmo. Como apontam Peixoto, Oliveira & Echalar (2022), a inserção dessas tecnologias no ambiente escolar tem sido feita dissociando as dimensões técnicas e pedagógicas, resumindo a relação entre elas ao caráter meramente instrumental. Há de existir uma preocupação com o objetivo pedagógico, sendo o professor o responsável por realizar a conexão entre o recurso e o estudante (MOTA & ZANOTI, 2021). Caso contrário, tratar-se-á apenas da tradicional abordagem pedagógica, centrada no professor e no quadro, porém com uma roupagem atualizada, não havendo uma agregação real ao processo de ensino e aprendizagem.

Assim, o método tradicional de ensino limita o aproveitamento dos potenciais usos das TDICs nos processos de ensino e aprendizagem. Como alternativa a isso, a abordagem didática Ciências, Tecnologia, Saúde e Ambiente (CTSA) permite que

esses recursos sejam utilizados de modo a promover sua contextualização na sociedade. Isso pois essa metodologia parte do princípio de que a Ciência e seus produtos não são independentes do contexto social (REBELLO *et al.*, 2012; SANTOS, AFFONSO & KATAOKA, 2020). Dessa forma, ela objetiva a compreensão da dimensão social da ciência e tecnologia, de modo a explorar suas implicações na sociedade (GOMES & HUSSEIN, 2025; REZENDO & SUART, 2024).

Portanto, para além da inserção das TDIC no contexto educativo, é importante haver uma abordagem crítica e reflexiva acerca das TDICs, de modo a instruir o aluno no consumo das mesmas e na compreensão de seus efeitos na sociedade. Isso é necessário pois há a normalização desses artefatos na sociedade, de modo que são dados como neutros ou naturais, e portanto devem estar inseridos no contexto escolar. Ocorre, portanto, como aponta Barreto (2019), uma fetichização das TDICs de modo que estas adquirem um caráter alienante, desvinculando-as dos contextos em que foram produzidas e posteriormente inseridas. Isso, atrelado ao determinismo tecnológico, designa as TDICs, e a tecnologia de maneira geral, como sinônimos de desenvolvimento e progresso, sendo, por isso, necessária no contexto educacional. O que se estabelece, dessa maneira, é a perspectiva de que a tecnologia é a panaceia para todos os problemas educacionais, o que Evgeny Morozov (2013 *apud* SELWYN, 2017) nomeou de “solucionismo” para “expressar a esperança de que novas tecnologias solucionarão problemas e limitações profundamente enraizados na educação” (SELWYN, 2017, p. 92).

As falhas e problemas gerados por esses recursos, tanto dentro quanto fora do espaço escolar, reforçam a necessidade de uma abordagem crítica e reflexiva das TDIC. Nesse sentido, é importante atentar às implicações do uso excessivo e cada vez mais precoce das tecnologias digitais na sociedade, sobretudo em relação aos mais jovens. A exposição exacerbada à internet e aos demais aparelhos eletrônicos impacta o desenvolvimento da cognição e das habilidades sociais e motoras de crianças e adolescentes, além de estar relacionada a problemas de saúde como ansiedade, depressão e obesidade. (GOMES & GAMA, 2024; LARANJEIRAS *et al.*, 2021; CÂMARA, *et al.*, 2020). Por conta disso, é importante instruir os jovens, assim como seus responsáveis, a respeito das consequências psicossociais causadas pelo uso imoderado desses recursos, de modo a promover o uso equilibrado e saudável dos mesmos, o que torna fundamental a inclusão das TDICs na educação.

Nesse panorama, Belchior *et al.* (1993 *apud* PIRES, 2009, p. 47) enriquecem a discussão ao elencar os objetivos gerais das TDIC na educação:

- 1) Enriquecer e aprofundar a aprendizagem ao longo do currículo usando as TIC como suporte no trabalho de grupo, no trabalho individual e no reforço da aprendizagem de todos os alunos
- 2) Adquirir confiança e prazer no uso das TIC, familiarizando-se com as aplicações do dia-a-dia, sendo capazes de avaliar as potencialidades e as limitações das mesmas
- 3) Encorajar a flexibilidade e a abertura necessárias para aproveitar e tirar partido das mudanças tecnológicas e, ao mesmo tempo, alertar para as implicações/consequências éticas quer para o indivíduo quer para a sociedade
- 4) Criar nos alunos autonomia e responsabilidade pela sua própria aprendizagem e dar-lhes oportunidade de decidirem da pertinência, ou não, da utilização das TIC na realização dos seus projectos
- 5) Apoiar os alunos com necessidades educativas especiais para que se tornem independentes e desenvolvam interesses e aptidões
- 6) Proporcionar aos alunos interessados o estudo da computação e de sistemas informáticos para a resolução de problemas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) parece ir de encontro a esses objetivos, o que torna-se evidente ao realizar a análise das competências gerais da educação básica propostas pelo documento, onde é determinado, na competência cinco:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2017, p. 9)

Assim, fica claro que o documento se preocupa com a inserção das TDICs no currículo escolar, o que se reflete em diferentes competências distribuídas entre as disciplinas escolares que contemplam a formação voltada para a cultura digital, como por exemplo:

Compreender e utilizar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares), para se comunicar por meio das diferentes linguagens e mídias, produzir conhecimentos, resolver problemas e desenvolver projetos autorais e coletivos. (BRASIL, 2017, p. 65)

Utilizar as linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica e diferentes gêneros textuais e tecnologias digitais de informação e comunicação no desenvolvimento do raciocínio espaço-temporal relacionado à localização, distância, direção, duração, simultaneidade, sucessão, ritmo e conexão (BRASIL, 2017, p.357).

A menção ao termo TDIC, porém, é pouco frequente e mal distribuída ao longo da BNCC. Das dezessete citações identificadas, grande parte localiza-se na seção dedicada ao Ensino Médio. Isso se justifica pois “os jovens estão dinamicamente inseridos na cultura digital, não somente como consumidores, mas se engajando cada vez mais como protagonistas.” (BRASIL, 2017, p.474). Por conta disso, a BNCC estabelece três pilares para a abordagem das tecnologias digitais e da computação: I) Pensamento computacional, que é compreendido como método

para compreender e solucionar problemas por meio do desenvolvimento de algoritmos; II) Mundo digital, que diz respeito às formas de processar, transmitir e distribuir informação de maneira segura e confiável; III) Cultura digital, que envolve promover a participação democrática e consciente no mundo digital através do uso crítico, ético e responsável das tecnologias. Percebe-se, portanto, que o documento preconiza a inserção das TDICs na educação de maneira crítica e reflexiva, consonante ao presente trabalho, ainda que somente no Ensino Médio.

No que diz respeito ao ensino de Ciências, o documento, como aponta Bach *et al.* (2020), adquire caráter técnico quanto às TDICs, se aproximando de um ensino positivista e destoando da perspectiva crítica do documento quanto à mesma temática. Isso é evidente ao se levar em consideração que as muitas habilidades não utilizam as TDIC como objeto de estudo, mas como ferramenta para atingir determinado objetivo. Por exemplo, na habilidade prevista para o ensino médio é estipulado:

Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental (BRASIL, 2017, p. 559)

Além do caráter curricular, existiram políticas públicas para a ampliação do uso das TDIC nas salas de aula. Em 2013, o programa ProUCA (Programa Um Computador por Aluno), promulgado pelo governo federal da época, selecionou poucas escolas para distribuir computadores com o intuito de promover a inclusão digital (BRASIL, 2010). No entanto, segundo Barreto (2015), tal iniciativa não garantiu a manutenção dos equipamentos nem o acesso à internet, o que comprometeu o uso deles ao longo do tempo por conta dos problemas técnicos que surgiram. Desde 2022, no município do Rio de Janeiro, existem os GETs (Ginásios Experimentais Tecnológicos) que têm como diferencial o laboratório, um espaço equipado com as mais variadas tecnologias que incluem impressoras 3D, notebooks, impressoras, tablets, projetores, entre outros (RIO DE JANEIRO, 2022). Tais iniciativas demonstram o interesse governamental em incluir as TDICs no contexto escolar, em resposta às novas demandas e necessidades dos sujeitos, as quais reverberam nesse ambiente.

Nesse cenário, é necessário explorar o potencial pedagógico desses equipamentos. Especialmente no ensino de Ciências e Biologia, sobretudo no

Ensino Médio, os conceitos estudados são carregados de abstratividade, o que os torna complexos e dificulta a sua compreensão (BEZERRA & ALVES, 2021; BRAGA, FERREIRA & GASTAL, 2009; PAIXÃO, *et al.*, 2017). O uso de recursos tecnológicos amplia as possibilidades de abordagens pedagógicas, principalmente em termos de difícil visualização, permitindo uma abordagem mais atrativa e interativa dos saberes, o que contribui para maior engajamento e motivação dos alunos (CARVALHO & GUIMARÃES, 2016). Assim, conforme Ruppenthal, Santos & Prati (2011), a tecnologia no espaço escolar permite tornar a aprendizagem prazerosa, uma vez que permite a exposição do conteúdo de diferentes maneiras, fornecendo recursos para diferentes estilos de aprendizagem

Esse tipo de abordagem é de grande relevância no ensino do sistema nervoso, pois os conteúdos dessa temática “envolvem termos e conceitos tão complexos, de difícil compreensão, que as práticas metodológicas tradicionalmente adotadas não favorecem o aprendizado e apropriação desses conteúdos” (SILVA, p. 67, 2016). Além disso, o uso de TDICs permite uma abordagem computacional do sistema nervoso humano. Isso pois este possui um comportamento similar ao de uma máquina, no sentido de que é capaz de receber informações, processá-las e elaborar uma resposta ao estímulo captado.

Nesse cenário, portanto, o campo da robótica ganha destaque no ensino de Biologia, pois como aponta Trentin *et al* (2013), trata-se de uma ferramenta com grande potencial interdisciplinar, pois o ato de construir um robô e programá-lo exige conhecimento de diferentes áreas de conhecimento. Ademais, a robótica instiga o espírito investigativo por meio da busca por uma solução e permite a simulação de procedimentos científicos básicos (TRENTIN, *et al.*, 2013; GARCIA & SOARES, 2018). Dessa forma, a aprendizagem mediada pela construção de robôs possibilita que o aluno torne-se agente ativo no seu aprendizado através de suas próprias observações e ações (GARCIA & SOARES, 2018)

Apesar das potencialidades, a inserção de TDICs nas práticas pedagógicas do professor ainda se mostra um desafio. Isso se deve, em parte, ao fato que o professor não participa do processo de implementação desses equipamentos no espaço escolar, cabendo a ele, portanto, acompanhar as transformações que ocorrem nesse contexto (CANTINI *et al*, 2006). Além disso, a formação inicial desses profissionais, sobretudo os da disciplina de Ciências, não se atenta para a questão tecnológica, muito menos em como a ciência e a tecnologia se relacionam, fazendo

da preparação do educador para manuseio e integração desses recursos ao currículo um desafio (FOUREZ, 2003; SILVA, 2014). Entretanto, essa responsabilidade não é exclusiva do professor; também se faz necessário que a escola ofereça suporte técnico e pedagógico a ele, além de também se interessar por essa renovação educacional por meio do uso de TDICS (SCHWARTZ & SARMENTO, 2020).

Todas essas fundamentações foram tomadas como inspiração para este trabalho acerca da abordagem do sistema nervoso por meio da utilização do microcomputador Arduino, culminando na produção de uma sequência didática (Apêndice A) inserida no contexto da disciplina escolar de Biologia e destinada para alunos da segunda série do Ensino Médio.

3 PRODUTO PEDAGÓGICO

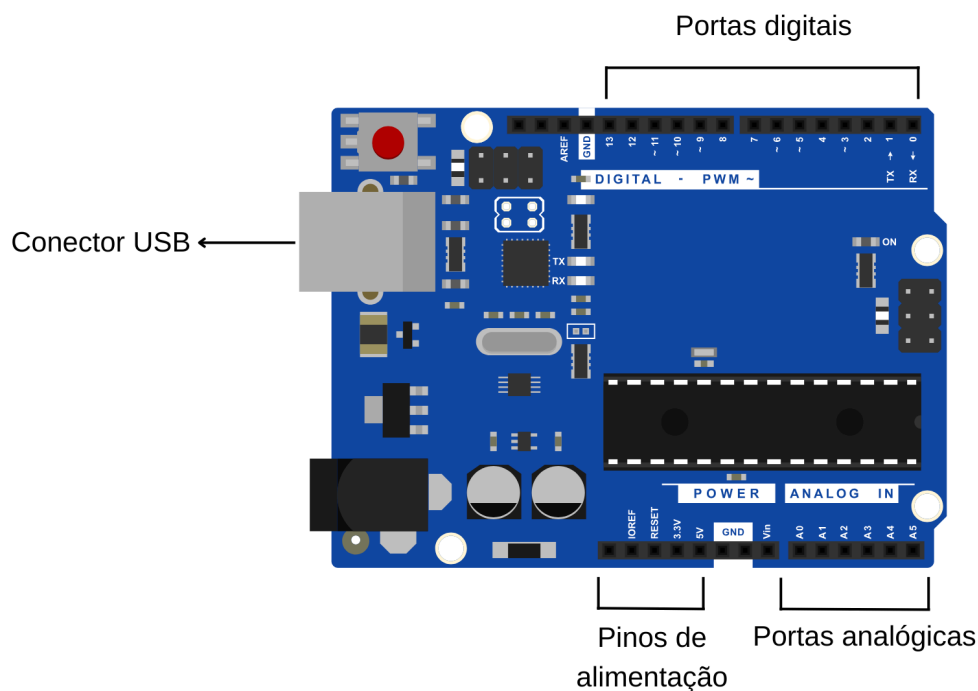
A sequência didática elaborada busca fazer uma abordagem comparada entre o sistema nervoso humano e o funcionamento de uma máquina, visto que ambos compartilham um princípio fundamental, tanto da informática quanto da Biologia: captar e processar informações. A robótica possibilita essa abordagem por meio da utilização da plataforma de prototipagem Arduino, que permite, através de seus mais variados componentes, a criação de diversos tipos de projetos a partir da programação do aparelho. O Arduino se destaca por ser uma opção de baixo custo e por apresentar uma linguagem de programação de fácil aprendizagem, além de ser simples e intuitiva, sendo, assim, uma “boa alternativa em oportunizar o acesso às escolas projetos de robótica de baixo custo, não dependendo de verbas vultosas e morosas.” (TRENTIN *et al*, 2013). Além disso, o Arduino apresenta *hardware* extensível, isto é, ele permite o incremento de novos componentes, como sensores, controladores e botões, possibilitando que cada usuário tenha liberdade e autonomia para elaborar seus projetos.

O Arduino apresenta diferentes modelos, que atendem a finalidades distintas, mas sua versão UNO é a mais utilizada para a introdução de estudantes na área da computação (ARDUINO AG, 2025). Toda programação do dispositivo é realizada em seu próprio software instalado em um computador. A partir da elaboração dos códigos de comando, o algoritmo é enviado à placa do Arduino por meio de um conector USB, o que exige, portanto, que ambos os dispositivos permaneçam

conectados. Na placa do microcomputador existem as portas digitais, permitindo que componentes conectados a elas sejam tanto capazes de realizar a leitura de informações (como por exemplo captar a luz ambiente e determinar se está claro ou escuro) e enviá-las para processamento, quanto executar os comandos programados em função dos dados coletados (SOUZA, 2013). A definição de como cada componente atuará, como entrada ou saída, é feita nas linhas de código elaboradas no ambiente de programação do Arduino. No entanto, esse tipo de porta apenas permite a interpretação binária dos valores apurados, isto é, apenas lidam com a informação de duas formas distintas. Para uma análise mais específica com um intervalo de dados, é necessário o uso das entradas analógicas. Nestas, é possível, por exemplo, mensurar a intensidade de luz que atinge um sensor de luminosidade e a partir disso implementar uma resposta mais elaborada.

Independentemente do tipo de entrada utilizada, analógica ou digital, a leitura de dados e execução de comandos programados são feitas a partir da tensão elétrica presente no próprio Arduino e direcionada às portas. Assim, os componentes conectados ao dispositivo devem estar inseridos em um circuito elétrico, necessitando, portanto, de um terminal positivo (a própria porta utilizada), um terminal negativo (o terminal de aterramento, *Ground* – GND), e resistores. A montagem prática dessas conexões é facilitada pelo uso de uma *protoboard*, plataforma que permite a criação e ajuste de circuitos eletrônicos de forma organizada, sem a necessidade de solda.

Figura 1– Modelo representativo do Arduino UNO



Fonte: Leonardo Lima, 2025

A partir da descrição da estrutura e funcionamento do Arduino UNO, é perceptível que o aparelho, por ser programável e modificável, permite a construção de modelos funcionais capazes de auxiliar na compreensão de diferentes conceitos e fenômenos dentro da disciplina escolar de Biologia. Essa abordagem pode facilitar a aprendizagem dos conteúdos referentes ao sistema nervoso humano, que são complexos e de difícil entendimento, tornando necessário o uso de alternativas ao método tradicional de ensino em busca de tornar as aulas mais atrativas (CASTRO, 2024). Dessa forma, o uso do Arduino nas aulas de Biologia permite, por meio da simulação de processos neurofisiológicos, como por exemplo a transmissão de impulsos nervosos e a interpretação de informações ambientais, a transformação de conceitos abstratos da temática em fenômenos observáveis e manipuláveis.

Desse modo, a sequência didática produzida (Apêndice A) tem como objetivo, a partir da utilização do Arduino UNO como ferramenta central, o ensino do sistema nervoso humano, ao mesmo tempo em que introduz, de maneira contextualizada, conceitos fundamentais da computação a estudantes da segunda série do ensino médio. A delimitação desse segmento de ensino acompanha o enfoque explicitado na BNCC quanto à exploração das TDICs no ensino de Ciências e Biologia. Isso se reflete em habilidades previstas para essa etapa de ensino que versam sobre o

domínio técnico de recursos tecnológicos e seus impactos em diferentes esferas da sociedade (BRASIL, 2018).

O material proposto é dividido em cinco encontros, cada um com atividades e conteúdos próprios. Ao término da sequência é esperada a construção de um modelo que, por meio da utilização do Arduino, simula a propagação de impulsos nervosos entre os neurônios, destacando as sinapses entre eles. Para isso, é necessária, primeiro, uma abordagem conceitual tanto do tecido e sistema nervoso quanto da lógica de programação por trás de uma máquina e do funcionamento do Arduino.

Assim, o primeiro encontro tem como propósito explorar questões referentes aos componentes de uma máquina e seu modo de operar, e introduzir os estudantes à lógica de programação, que rege o funcionamento de um computador. Inicialmente, o docente, a partir de uma abordagem expositiva, aborda a importância do desenvolvimento da área da computação para a sociedade, além de elucidar os conceitos de software, hardware e algoritmos. Em seguida, é proposta uma atividade em dupla, em que cada um deve elaborar em uma folha entregue pelo professor um algoritmo que contemple de forma mais detalhada possível uma tarefa cotidiana sorteada em sala. A partir do trabalho realizado, cada dupla deve então performar seu algoritmo em frente a turma, enquanto o professor promove a discussão acerca da necessidade de detalhamento e ordenamento de um algoritmo.

O encontro seguinte é focado na anatomia e fisiologia do sistema nervoso humano, sendo utilizada uma abordagem expositiva dos conceitos que versam sobre temática, como neurônios, células da glia, propagação do impulso nervoso, divisões do sistema nervoso, entre outros. Ao final da exposição dos conteúdos e com a turma organizada em grupos de quatro estudantes, é distribuído um estudo dirigido (Apêndice B) com questões acerca do tema estudado em aula, que será utilizado como instrumento avaliativo, a ser entregue ao professor no próximo encontro.

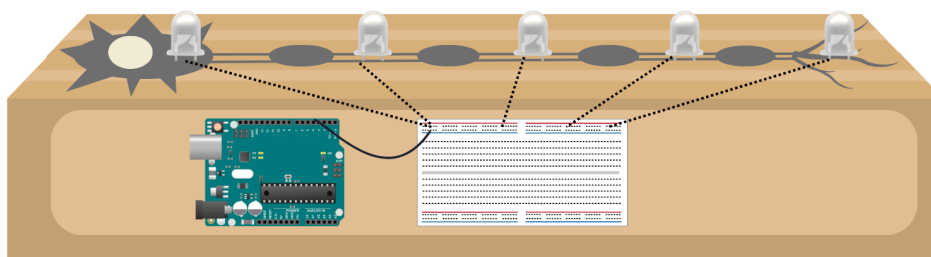
O terceiro encontro, de caráter predominantemente artístico, consiste em uma atividade prática de construção de modelos tridimensionais com massas de biscuit de estruturas estudadas no encontro anterior. Trabalhos dessa natureza permitem conferir ao conteúdo estudado melhor visualização, além de potencializar o aprendizado das estruturas morfológicas (BESERRA & BRITO, 2012). Para isso, a turma deve permanecer nos grupos formados anteriormente e sortear o modelo a

ser produzido dentro de cinco temas que representam elementos importantes do sistema nervoso: encéfalo, medula espinhal, neurônio, astrócitos e sinapses. No processo de confecção dos trabalhos, são disponibilizados recursos como tintas de tecido ou acrílica para coloração das massas e palitos para acabamentos de detalhes. Ao final, as peças produzidas podem ser expostas pela escola, seja em seu espaço físico ou em suas redes sociais, enaltecendo a dedicação dos estudantes e compartilhando seu trabalho com a comunidade escolar.

Adiante, no laboratório de informática, os alunos são introduzidos pelo professor ao Arduino por meio de uma abordagem expositiva de sua estrutura, funcionamento e ambiente de programação. Após essa introdução, os alunos, organizados em trios, partem para a prática, sendo disponibilizados a eles Arduinos, *protoboards*, *jumpers*, LEDs, resistores e sensores de luz. Com o auxílio do docente, os grupos são desafiados a desenvolverem um código simples para fazer um LED piscar intermitentemente, com o intuito de familiarizá-los com a lógica de programação e a conexão de componentes à placa do Arduino UNO. Em seguida, a complexidade é elevada com a construção de um circuito que mantém o LED aceso apenas enquanto o sensor de luz captura uma intensidade luminosa inferior a um limiar pré-estabelecido. Essa tarefa introduz o conceito de leitura de sensores e tomada de decisão condicional pelo microcontrolador.

No encontro final, é proposta uma atividade de culminância na qual os discentes, divididos em grupos, constroem modelos didáticos para simular a propagação do impulso nervoso, enfatizando as sinapses entre as células nervosas. A representação estrutural dos neurônios é feita com massa de modelar, enquanto a transmissão do sinal eletroquímico é demonstrado por meio de LEDs. O desafio é que os estudantes utilizem o Arduino UNO para programar os LEDs, de forma que seu brilho representa a deflagração do potencial de ação ao longo do neurônio, respeitando o sentido do trajeto desse processo. Para melhor organização dos componentes eletrônicos e melhor apelo visual, cada grupo receberá uma caixa de papelão, como uma caixa de sapato.

Figura 2 – Representação do modelo elaborado no último encontro da sequência didática



Fonte: Leonardo Lima, 2025

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência didática elaborada almeja dinamizar o ensino do tecido nervoso nas aulas de Biologia ao utilizar diferentes abordagens pedagógicas, possibilitando, assim, variadas formas de consolidação do conteúdo pelo estudante. O material apresenta o Arduino UNO como instrumento central e objeto de estudo ao longo das atividades, sendo utilizado como justificativa para a introdução do alunado à área da computação. Dessa forma, é promovida a integração das TDICs ao currículo na medida em que contextualiza esses recursos dentro da disciplina e explora as implicações de seu desenvolvimento na sociedade, o que acorda com as prescrições presentes na BNCC acerca da temática.

No entanto, é preciso reconhecer que a aplicação da sequência didática elaborada pode ser considerada desafiadora. O tempo de aula exigido para a sua execução pode ser conflitante com o cronograma escolar. Além disso, os materiais necessários para a realização das atividades demandam são custosos à escola. Por fim, ainda é necessária a formação do docente para a correta instrução do alunado quanto ao uso Arduino. Apesar disso, acredita-se que a elaboração de trabalhos dessa natureza atue na popularização do uso da robótica no ensino de Ciências e Biologia e, assim, incentivando a busca pela temática por docentes e a ampliação da temática no espaço escolar.

Além do mais, a sequência também explora o potencial pedagógico da robótica no ensino, que é capaz de mobilizar diferentes conteúdos e habilidades. Nesse sentido, o Arduino UNO é expoente na popularização dessa metodologia, devido ao seu baixo custo e fácil aprendizagem. Ainda assim, sua implementação reforça a necessidade da

formação técnica do professor, inicial ou continuada, para o manuseio efetivo desse recurso tecnológico.

Por fim, ainda se faz necessário maiores esforços para garantir a expansão da integração das TDICs nas instituições de ensino, de modo a promover o debate sobre o papel da tecnologia na atualidade e de sua influência na formação dos indivíduos, que trazem consigo novos anseios e demandas na forma de ensino. Dessa forma, é possível instruir os estudantes no uso consciente desses recursos, alertando-os dos riscos envolvidos no uso imoderado, e promover o seu letramento digital, tornando-os capazes de analisarem criticamente conteúdos disponíveis no mundo digital.

REFERÊNCIAS

ARDUINO AG. Arduino Uno Rev3. 2022. Disponível em: <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3>. Acesso em: 22 dez. 2025.

BARRETO, R. G. **Tecnologias na educação brasileira: de contexto em contexto**. Educação e Cultura Contemporânea, v. 16, n. 43, p. 218-234, 2019.

BARRETO, R. G. **Discursos sobre a inclusão digital**. Educação, v. 38, n. 3, p. 319-328, 2015.

BESERA, J.G.; BRITO, C.H. **Modelagem didática tridimensional de artrópodes, como método para ensino de ciências e biologia**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 5, n. 3, p. 70-88. 2012.

BACH, S.P. *et al.* O uso das tdc no ensino de ciências: um olhar terminológico para a base nacional comum curricular (BNCC). In: CIET:EnPED:2020 - Congresso Internacional de Educação e Tecnologias | Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância ,2020, São Carlos. **Anais[...]** São Carlos:CIET:EnPED, 2020, p. 1-10.

BEZERRA, H.P.S.; ALVES, J.S. Revisão da Literatura sobre Dificuldades de Aprendizagem de Biologia no Ensino Médio. In: XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 13., 2021, Remoto. **Anais [...]** Remoto:ENPEC, 2021, p. 1-7.

BUZATO, Marcelo El Khouri. Letramentos Digitais e Formação de Professores. In: III Congresso Ibero-Americano EducaRede: Educação, Internet e oportunidades, 3., 2006, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: Memorial da América Latina, 2006, p. 1-14.

BRAGA, C.M.D.S.; FERREIRA, L.B.M.; GASTAL, M.L.A. O uso de modelos no ensino da divisão celular na perspectiva da aprendizagem significativa. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7., 2009, Florianópolis. **Anais[...]** Florianópolis:ENPEC, 2009, p.1-12.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
CANTINI, M. C. *et al.* O desafio do professor frente às novas tecnologias. In: Congresso de educação da pucpr, 6., 2006, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: Champagnat, 2006, p. 875-883.

BRASIL. Lei nº 12.249, de 11 de Junho de 2010. Cria o programa um computador por aluno - prouca e institui o regime especial de aquisição de computadores para uso educacional - RECOMPE. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2010.

CASTRO, J.S.R. **Robótica educacional como metodologia de ensino sobre o sistema nervoso humano**. 2024. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pós Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2024.

CARVALHO, L. de J.; GUIMARAES, C. R. P. Tecnologia: um recurso facilitador do ensino de Ciências e Biologia. In: Encontro internacional de formação de professores, 9., 2016, Aracaju. **Anais [...]** Aracaju: UNIT, 2016, p.1-12.

CARVALHO, S.M.P.; SANTOS, M.A.B. **Tecnologias digitais, mocinhas ou vilãs? olhares sobre o impacto na cognição dos estudantes.** Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, v. 7, p. 1-17, 2021.

COUTINHO, CLARA; LISBÔA, ELIANA. **Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século xxi.** Revista de Educação, v. 18, n. 1, p. 5-22, 2011.

FOUREZ, Gérard. **Crise no ensino de ciências?** Investigação em Ensino de ciências. v. 8 n.2, p. 109-123, 2003.

FREITAS, MT. **Letramento digital e formação de professores.** Educação em revista. v. 26, n. 3, p. 335-352, 2010.

GARCIA, M.C.M.; SOARES, M.H.F.B. **Robótica educacional no nível médio de ensino: o conceito de sistema nervoso central.** Experiências em Ensino de Ciências, v.13, n.5, p. 168-188, 2018.

GOMES, Izabele; HUSSEIN, F.R.G.S. **CTSA no Ensino de Ciências: Uma Revisão Sistemática das Propostas Educacionais Presente na Literatura.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 25, p. 1–27, 2025.

MOTA, L. B.; ZANOTTI, R. F. **Tecnologias digitais de informação e comunicação aplicadas ao ensino de Biologia.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 6, p. 64341–64353, 2021.

PAIXÃO, *et al.* **Paródias no ensino de microbiologia: a música como ferramenta pedagógica.** Reciis,v. 11, n. 1, p. 1- 12, 2017.

PEIXOTO, Joana; OLIVEIRA, N.C.; ECHALAR, A.D.L. **Tecnologia e trabalho docente: a inovação em questão.** In: COSTA, A.C.; SILVA, I.B.G.; SILVA, L.N.; MORAIS, L.M.S. Educação e Inovação: práticas educacionais inovadoras com uso das tecnologias. 1 ed. Goiânia : IF Goiano, 2002. cap. 2. pág. 39-61.

PIRES, S.M.B. **As TIC no currículo escolar.** EDUSER: Revista de educação, v. 1, n.1, p. 43-54, 2009.

PRENSKY, M. **Nativos digitais, imigrantes digitais.** On the Horizon, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

REIS, R. S; LEITE, B.S. ; LEÃO, M.B.C **Apropriação das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de ciências: uma revisão sistemática da última década (2007-2016).** RENOTE, v. 15, n. 2, p. 2-10, 2018.

REBELLO, G.A.F *et al.* **Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA.** Química e Sociedade, v. 34, nº 1, p. 3-9, 2012.

REZENDE, Elisângela; SUART, R.C. **Abordagem CTSA em livros didáticos: uma análise em obras da área de ciências da natureza do novo ensino médio.** Revista Ciências & Ideias, v. 15, p. 1-20, 2024.

RIBEIRO, M.H.; FREITAS, M.T.A. **Letramento digital: um desafio contemporâneo para a educação.** Educação&Tecnologia, v. 16, n. 3, p. 59-73, 2011.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 50434 de 23 de março de 2022. Dispõe sobre a criação do Programa Ginásio Experimental Tecnológico no âmbito da Secretaria Municipal de Educação e dá outras providências. Rio de Janeiro, p. 1-2, 2022.

RUPPENTHAL, R.; SANTOS, T. L.; PRATI, T. V. **A utilização de mídias e TICs nas aulas de Biologia: como explorá-las.** Cadernos de Aplicação, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p.377- 390, 2011.

SANTANA, A. C. DE A. *et al.* **Educação & TDIC's: democratização, inclusão digital e o exercício pleno da cidadania.** Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 7, n. 10, p. 2084–2106, 2021.

SANTOS, D.B.; AFFONSO, A.L.S.; KATAOKA, A.M. **Contribuições da Educação Ambiental Crítica para abordagem CTSA.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 418-435, 2020.

SILVA, Andreia Santos. **Circuito do Sistema Nervoso: aplicação de jogos como estratégia de aprendizagem no ensino de Biologia.** Cadernos da Educação Básica, vol. 1, n. 2, p. 67-76, 2016.

SOUTO, I. N.; LAPA, A. B.; ESPÍNDOLA, M. B. DE. **Apropriação crítica e criativa das TDIC no Ensino de Ciências.** Boletim GEPEM, v. 75, n. 2, p. 33–45, 2019.

SOUZA, FÁBIO. Arduino UNO - **Conheça o hardware da placa Arduino em detalhes.** Embarcados. 29 nov. 2013. Disponível em: <https://embarcados.com.br/arduino-uno/>. Acesso em: 23 dez. 2025.

TRENTIN, M.A.S.; TEIXEIRA, A.C.; ROSA, C.T.W.; ROSA, A.B. Robótica como recurso no ensino de ciências. In: VIII International Conference on Engineering and Computer Education, 8., 2013, Luanda. **Anais [...]** Luanda:COPEC, 2013, p. 233-237.

TORRES, V. S.; TONI, D. DE. **O uso de recursos educacionais digitais para o ensino de Biologia: uma revisão.** Informática na educação teoria & prática, v. 27, n. 1, p. 1–16, 2024.

SCHUARTZ, A. S.; SARMENTO, H. B. DE M. **Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino.** Revista Katálysis, v. 23, n. 3, p. 429–438, 2020.

APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA

1 Lógica de programação

Tempo: 100min

Turma: 2º Série do Ensino Médio (E.M.)

Habilidade desenvolvida: (EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais

Desenvolvimento

A atividade inicia-se com o professor introduzindo a turma à área da computação e os impactos de seu desenvolvimento na sociedade. Em seguida, o docente, de maneira expositiva e com auxílio de slides preparados previamente para melhor visibilidade, explica os principais componentes de uma máquina (Hardware, software, memória RAM, HD, placa mãe), e como ocorre o processamento das informações que um algoritmo recebe. Após a introdução a respeito do conceito de algoritmos (uma sequência de comandos ordenados de maneira a concluir uma tarefa), a turma deve ser dividida em duplas, as quais receberão uma tarefa qualquer de seu cotidiano (p. ex. encher uma garrafa de água no bebedouro). A partir das informações abordadas anteriormente, a dupla deve, em uma folha em branco entregue pelo professor, elaborar de maneira escrita um algoritmo que consiga, de maneira mais específica possível, orientar um indivíduo qualquer a realizar a tarefa sorteada. Ao final da aula, as duplas irão reproduzir os seus algoritmos elaborados em frente a turma, executando os comandos propostos, e o professor promoverá a discussão acerca dos trabalhos feitos, reforçando a necessidade de um algoritmo ser detalhado e ordenado.

Material

- Papel A4
- Projetor

Avaliação

A avaliação será baseada nos algoritmos produzidos pelos estudantes utilizando como critério a completude do trabalho feito, isto é, se ele contemplou de maneira lógica os passos necessários para a realização da tarefa recebida pela dupla.

2 Aula expositiva sobre tecido e sistema nervoso

Tempo: 200 min

Turma: 2º Série E.M.

Habilidade desenvolvida: (EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Desenvolvimento

Inicialmente haverá uma aula expositiva a respeito do tecido nervoso, preferencialmente apoiada em slides para melhor visualização do conteúdo, explicando a estrutura e tipos de neurônios, como ocorre a propagação do impulso nervoso, sinapses, função de neurotransmissores e o papel das células da glia para o funcionamento do tecido. Além disso, é explicada a anatomia do sistema nervoso, central e periférico, traçando paralelos entre os componentes biológicos do corpo humano e os componentes estruturais de uma máquina.

Após a explicação e com a turma organizada em grupos de quatro estudantes, o professor distribuirá o estudo dirigido com perguntas referentes aos conteúdos abordados ao longo dessa aula, que deve ser entregue ao professor até o próximo encontro.

Material

- Projetor
- Piloto
- Quadro branco

Avaliação

A avaliação será baseada nas respostas dos grupos aos seus respectivos estudos dirigidos.

3 Modelagem do sistema nervoso

Tempo: 100 min

Turma: 2° Série E.M.

Habilidade desenvolvida: (EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Desenvolvimento

A partir dos conteúdos abordados no último encontro, os grupos, formados anteriormente, devem utilizar massas de biscuit para criar modelos tridimensionais das estruturas estudadas sobre o tecido nervoso. Os modelos serão sorteados entre os grupos dentro de cinco temas que representam elementos importantes do sistema nervoso: encéfalo, medula espinhal, neurônio, astrócitos e sinapses. Após a

distribuição dos temas entre os grupos, o professor compartilhará com eles os materiais necessários para a modelagem e imagens impressas das estruturas sorteadas (para referência). Além disso, o docente estará disponível para sanar possíveis dúvidas e auxiliar na confecção dos modelos.

Ao final da modelagem, como forma de divulgar os trabalhos produzidos pelos estudantes, os modelos podem ser expostos em algum local da escola ou até mesmo serem compartilhados nas redes sociais da instituição.

Material

- Massa de biscuit
- Tinta de tecido/acrílica
- Palitos

Avaliação

A avaliação será baseada nos modelos produzidos pelos grupos.

4 Aprendendo a mexer no Arduino

Tempo: 200min

Turma: 2º Série E.M.

Habilidade desenvolvida: (EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais

Desenvolvimento

Em um primeiro momento, ocorrerá a explicação acerca do Arduino, apontando seu funcionamento, estrutura e linguagem própria. Em seguida, os alunos devem se organizar em trios (o tamanho do grupo deve levar em conta a disponibilidade de computadores e Arduinos presentes em sala). A partir da explicação inicial do professor, o grupo inicialmente deve construir um código no Arduino que faça a peça de LED conectada ao *protoboard* piscar a cada dois segundos.

Em seguida, haverá, por parte do docente, a explicação sobre uso de sensores no Arduino, destacando o modo de usá-los e programá-los. A partir disso, grupos receberão sensores de luz e acompanharão a explicação do professor a respeito de seu funcionamento. Após a fala do docente, os trios devem elaborar outro código que acenda a peça de LED quando o sensor não captar quantidade de luz significativa. O professor estará disponível para auxiliar e orientar os grupos na montagem dos equipamentos e programação do algoritmo.

Material

- Arduinos

- Peças LED
- Resistores
- Computadores
- Jumpers (Macho-Macho)
- Protoboard

5 Modelagem do sistema nervoso + Arduino

Tempo: 150 minutos

Turma: 2° Série EM

Habilidade desenvolvida: (EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais

Desenvolvimento

Baseado nos conhecimentos construídos nos últimos encontros, a turma, organizada em grupos de 4 a 5 integrantes, deve, ao longo de dois encontros de 150 minutos, simular a propagação de impulsos nervosos entre neurônios, destacando as sinapses entre eles. O desafio da atividade é fazer com que os LEDs brancos sejam acesos de maneira sequencial, respeitando o sentido do impulso nervoso ao longo do neurônio (Dendrito - Corpo celular - Axônio). Ao alcançar os terminais axonais, LEDs coloridos de mesma cor representarão os neurotransmissores liberados na fenda sináptica e seus respectivos receptores do neurônio pós sináptico. Enfim, o impulso nervoso prossegue para o neurônio pós-sináptico, encerrando a simulação.

Na aula anterior, os alunos elaboraram grande parte do código que será utilizado nessa atividade, sendo o foco neste momento, portanto, a modelagem do neurônios, organização dos componentes eletrônicos e refinamento do algoritmo. Para melhor suporte e maior apelo visual, serão utilizadas caixas de papelão, cujo interior estará o Arduino e no exterior os modelos de neurônios criados.

Material

- Arduinos
- Peças LEDs
- Resistores
- Computadores
- Botões de pressionar
- Jumpers (Macho-Macho e Macho-Fêmea)
- Protoboard
- Caixas de papelão

Avaliação

A avaliação será feita pelo professor baseada no trabalho realizado pelo grupo, isto é, no empenho do grupo na organização e criação dos seus modelos.

APÊNDICE B – ESTUDO DIRIGIDO - SISTEMA NERVOSO

1- O encéfalo é um componente central para a coordenação de muitas atividades do corpo. Ele é responsável por movimentos simples, como a respiração, e por pensamentos mais complexos e emoções.

a) Aponte a parte do encéfalo que controla os movimentos respiratórios.

b) A frase “cérebro é sinônimo de encéfalo” está correta? Justifique.

2- Ao se colocar a mão em uma superfície em alta temperatura, instintivamente o corpo retira-a. Esse movimento é involuntário, ou seja, não é resultado de um controle consciente do indivíduo. Algo semelhante ocorre no exame de reflexo patelar, popularmente conhecido como “teste do martelinho”. Nele, o médico executa leves batidas no joelho de modo que involuntariamente a perna do paciente se levanta, como se estivesse realizando o movimento de chute.

A respeito dos exemplos mencionados no texto acima, explique de que forma eles ocorrem no corpo humano.

3- Em 2001, o cantor da renomada banda de rock brasileira *Paralamas do Sucesso*, Herbert Vianna, sofreu um acidente aéreo que resultou em uma lesão na sua medula espinhal e na morte de sua companheira. Apesar dos esforços dos médicos, essa lesão fez com que o músico perdesse os movimentos dos membros inferiores, tornando-o paraplégico.

Explique a relação entre lesões na medula espinhal e a perda de movimentos do corpo.

4- Aponte e explique qual divisão do sistema nervoso autônomo provavelmente seria ativada se uma aluna descobrisse que uma prova da qual ela havia esquecido começaria em 5 minutos.

5- Anestésicos são fármacos capazes de bloquear a sensibilidade do organismo, sendo utilizados no alívio da dor e para realização de procedimentos médicos invasivos, como cirurgias. Os anestésicos locais, por exemplo, atuam inibindo a geração de impulsos nervosos nos axônios dos neurônios. Dessa forma, a região torna-se insensível, impedindo a sensação de dor momentaneamente.

Pesquise e explique como os anestésicos locais podem provocar a insensibilidade na região aplicada.

6- Os neurônios podem ser considerados os fios que transmitem a informação por todo o corpo. É através deles, por exemplo, que um odor é levado ao sistema nervoso central para ser processado e que o comando para a contração muscular é enviado aos músculos.

Descreva o caminho percorrido por um impulso nervoso no neurônio.

7- A corrente sanguínea, além de transportar gases e nutrientes por todo corpo, também pode atuar como rota de transporte de muitos agentes infecciosos. Assim, eles podem atingir diferentes partes do corpo, inclusive o sistema nervoso. É o que ocorre, por exemplo, na meningite bacteriana. Nessa doença, as bactérias atravessam a barreira hematoencefálica, localizada entre o sangue e o sistema nervoso, e colonizam as meninges, causando a inflamação dessas.

a) Explique o que são as meninges e suas funções no organismo

b) Explique de que forma os astrócitos e microglias participam na defesa dos neurônios.

8- A esclerose múltipla é uma doença autoimune, isto é, o organismo elabora uma resposta de defesa contra si mesmo. Nesse caso, a reação produzida pelo corpo resulta na perda da bainha de mielina de neurônios do sistema nervoso. Com isso, os sintomas mais comuns de serem observados são: problemas de equilíbrio e falta de coordenação em movimentos, incontinência urinária, fraqueza muscular e problemas visuais.

a) Identifique as células responsáveis pela produção da bainha de mielina dos neurônios.

b) Explique a função da bainha de mielina no funcionamento de um neurônio.

9- Com o objetivo de rejuvenescer o rosto, muitas pessoas realizam o procedimento de aplicação de botox, em que ocorre a injeção da toxina botulínica, a mesma

responsável pelos sintomas de uma doença bacteriana chamada Botulismo. Essa substância atua impedindo a liberação de um neurotransmissor fundamental para a contração muscular. Como resultado, observa-se uma diminuição das rugas na face, o que faz a pele parecer mais jovem.

Explique o papel dos neurotransmissores na transmissão do impulso nervoso.

10- Ao longo de nossas vidas, adquirimos novos conhecimentos e vivenciamos novas experiências. Por conta disso, ocorre a perda de algumas informações em função da consolidação de outras. Assim, dificilmente nos lembramos de algo que aprendemos meses atrás, ao menos que seja algo de grande importância.

Pesquise e explique o que é plasticidade neuronal.
