

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

KATYANY SILVEIRA DE GOES

**FÍSICA E NEUROCIÊNCIA: UMA PROPOSTA DE OFICINA INTERDISCIPLINAR
PARA O ENSINO MÉDIO**

**Bagé - RS
2023**

KATYANY SILVEIRA DE GOES

**FÍSICA E NEUROCIÊNCIA: UMA PROPOSTA DE OFICINA INTERDISCIPLINAR
PARA O ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Física da Universidade Federal do Pampa,
como requisito parcial para obtenção do
Título de Licenciada em Física.

Orientador: Rosana Cavalcanti Maia
Santos

Coorientador: Anthony Renan Brum
Rodrigues

**Bagé - RS
2023**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

G598 Goes, Katyany Silveira

Física e Neurociência: uma proposta de oficina interdisciplinar no Ensino
Médio / Katyany Silveira Goes. – 2023.

103 p. : il.

Orientadora: Rosana Cavalcanti Maia Santos
Coorientador: Anthony Renan Brum Rodrigues

Trabalho de Conclusão de Curso II (Graduação) – Universidade
Federal do Pampa, Física – Licenciatura, Campus Bagé, 2023.

1. Ciências da Natureza. 2. Interdisciplinaridade. 3. Física. 4.
Neurociências I. Santos, Rosana Cavalcanti Maia. II. Título.

KATYANY SILVEIRA DE GOES

**FÍSICA E NEUROCIÊNCIA: UMA PROPOSTA DE OFICINA INTERDISCIPLINAR
PARA O ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Física da Universidade Federal do Pampa,
como requisito parcial para obtenção do
Título de Licenciada em Física.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 15/12/2023.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Rosana Cavalcanti Maia Santos

Orientadora

UNIPAMPA

Profa. Dra. Lisete Funari Dias

UNIPAMPA

Prof. Dr. Rafael Kobata Kimura

UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **ROSANA CAVALCANTI MAIA SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/12/2023, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **LISETE FUNARI DIAS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/12/2023, às 12:44, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **RAFAEL KOBATA KIMURA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/12/2023, às 15:47, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 1333390 e o código CRC **71A8048C**.

RESUMO

A Neurociência Cognitiva é uma área interdisciplinar que combina a Neurociência, a Psicologia e outras disciplinas para investigar os processos cognitivos do cérebro. A Física desempenha um papel importante na compreensão da sinapse, que é o ponto de comunicação entre os neurônios. A sinapse envolve a conversão de sinais elétricos em sinais químicos e vice-versa e essa interação é governada por leis físicas como a lei de Ohm e a lei de Coulomb. A interdisciplinaridade entre a Física e a Neurociência é essencial para compreender os processos cognitivos e os mecanismos neuronais subjacentes. Nesse contexto, surge a questão de como relacionar o ensino de Eletricidade com a Neurociência no Ensino Médio. Assim, o objetivo geral desta pesquisa é compreender como uma oficina interdisciplinar entre a Física e a Neurociência poderia auxiliar no ensino e aprendizagem de conceitos físicos no Ensino Médio. Nesse contexto, a pesquisa adotou uma abordagem qualitativa do tipo estudo de caso exploratório, que buscou compreender as experiências, percepções e significados dos estudantes envolvidos na implementação da oficina "Como os Neurônios conversam entre si? A Física por trás da Sinapse". Foram utilizadas várias fontes de dados, como questionários, observações, registros audiovisuais e avaliações pré e pós-oficina. A metodologia de ensino da oficina incluiu recursos didáticos, experimentos, vídeos, apresentações em slides e discussões em grupo para promover a interação e a compreensão dos conceitos. Os resultados da análise indicam que a oficina foi uma experiência positiva e que os alunos aprenderam com ela. As evidências de aprendizagem significativa obtidas através das respostas dos alunos indicam que eles conseguiram compreender os conceitos básicos abordados na oficina. Além disso, a oficina contribuiu para uma melhor compreensão da interdisciplinaridade entre a Neurociência e a Física, bem como para o aprimoramento das práticas educacionais, alinhando-se aos objetivos da BNCC e promovendo uma educação embasada em evidências científicas e voltada para o desenvolvimento integral dos estudantes.

Palavras-Chave: Ciências da Natureza; Interdisciplinaridade; Física; Neurociências.

ABSTRACT

Cognitive Neuroscience is an interdisciplinary area that combines Neuroscience, Psychology and other disciplines to investigate the cognitive processes of the brain. Physics plays an important role in understanding the synapse, which is the point of communication between neurons. The synapse involves the conversion of electrical signals into chemical signals and vice-versa, and this interaction is governed by physical laws such as Ohm's law and Coulomb's law. The interdisciplinarity between Physics and Neuroscience is essential to understand cognitive processes and the underlying neuronal mechanisms. In this context, the question arises of how to relate the teaching of electricity with Neuroscience in High School. Thus, the general objective of this project was to understand how an interdisciplinary workshop between Physics and Neuroscience could help in the teaching and learning of physical concepts in high school. In this context, the research adopted a qualitative approach of the exploratory case study type, which sought to understand the experiences, perceptions and meanings of the students involved in the implementation of the workshop "How do Neurons talk to each other? The Physics behind the Synapse". Various data sources were used, such as questionnaires, observations, audiovisual recordings and pre- and post-workshop assessments. The workshop's teaching methodology included teaching resources, experiments, videos, slide presentations and group discussions to promote interaction and understanding of concepts. The results of the analysis indicate that the workshop was a positive experience and that the students learned a lot from it. Evidence of significant learning obtained through student responses indicates that they were able to understand the basic concepts covered in the workshop. Furthermore, the workshop contributed to a better understanding of the interdisciplinarity between Neuroscience and Physics, as well as to the improvement of educational practices, aligning with the objectives of the BNCC and promoting education based on scientific evidence and aimed at the integral development of students.

Keywords: Natural Sciences; Interdisciplinarity; Physics; Neuroscience.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Simulação PHET .	25
Figura 2 - Modelos anatômicos impressos em 3D.	26
Figura 3 - Respondendo dúvidas.	29
Figura 4 - Atividade prática experimental, montagem circuito elétrico.	30
Figura 5 - Jogo educativo.	32
Figura 6 - Questões da avaliação SQA.	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Planejamento do primeiro encontro.....	24
Quadro 2 - Planejamento do segundo encontro.....	27
Quadro 3 - Planejamento do terceiro encontro.....	30
Quadro 4 - Representação da separação de material para análise (corpus de análise).....	34
Quadro 5 - Codificação dos sujeitos de pesquisa.....	35
Quadro 6 - Codificação das sub questões de pesquisa.....	36
Quadro 7 - Categorização Inicial.....	37
Quadro 8 - Categorização final.....	48
Quadro 9 - Questões para avaliação da proposta.....	49
Quadro 10 - Categorização inicial.....	50
Quadro 11 - Categorização final.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS

art. – artigo

cap. – capítulo

DOI - Digital Object Identifier

ed. - edição

et al. - "et alii"

ISBN - International Standard Book Number

ISSN - International Standard Serial Number

n. - número

p. - página

Rev. - revista

Univ. - abreviação de universidade

v. – volume

LISTA DE SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

SQA - Sistema de Qualificação e Avaliação de Atividades

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Revisão de literatura	13
2.2 Aspectos gerais da Neurociência e as suas implicações para o ensino de Física	17
2.3 Os aspectos da Neurociência e a BNCC.....	18
2.4 Interdisciplinaridade no processo de ensino e aprendizagem	20
3 METODOLOGIA	21
3.1 Metodologia de pesquisa.....	21
3.2 Metodologia de ensino.....	22
4 IMPLEMENTAÇÃO DA OFICINA	23
4.1 Primeiro encontro.....	24
4.2 Segundo encontro	27
4.3 Terceiro encontro	30
5 ANÁLISE DE CONTEÚDO E RESULTADOS.....	33
5.1 Avaliação SQA	33
5.2 Avaliação da oficina	49
5.3 Resultados	57
5.3.1 Variedade de percepções sobre seus conhecimentos prévios.....	58
5.3.2 Curiosidades sobre o tema	59
5.3.3 Evidências de Aprendizagem significativa	60
5.3.4 Avaliação dos recursos didáticos utilizados durante a implementação.....	61
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
7 REFERÊNCIAS	64
APÊNDICE A – TERMO DE ANUÊNCIA.....	68
APÊNDICE B – AVALIAÇÃO SQA	69
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA OFICINA	71
APÊNDICE D – HISTÓRIA EM QUADRINHOS DE AUTORIA PRÓPRIA.....	76
APÊNDICE E – CONVERSA PARA SANAR DÚVIDAS.....	87
APÊNDICE G – JOGO EDUCATIVO	98
APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA OFICINA	102

1 INTRODUÇÃO

A Neurociência Cognitiva é uma área interdisciplinar que combina a Neurociência, a Psicologia e outras áreas do conhecimento para investigar os processos cognitivos, como a percepção, a atenção, a memória e o raciocínio (Lent, 2010). Uma das áreas em que a Física tem uma importante contribuição para a Neurociência é na compreensão da sinapse, que é o ponto de comunicação entre os neurônios (Guyton, 1993).

De acordo com Moraes (2015), a sinapse envolve a conversão de sinais elétricos em sinais químicos e, em seguida, a conversão de sinais químicos de volta em sinais elétricos. Essa interação e conversão de sinais elétricos e químicos na sinapse é governada por leis físicas, como a lei de Ohm e a lei de Coulomb. O entendimento dessas leis físicas é fundamental para a compreensão dos processos envolvidos na sinapse.

A interdisciplinaridade entre a Física e a Neurociência é essencial para a compreensão dos processos cognitivos e dos mecanismos neuronais que os sustentam. A Física fornece ferramentas e modelos matemáticos para a compreensão de processos neurais complexos, enquanto a Neurociência fornece os dados empíricos que são necessários para validar e refinar esses modelos. A colaboração entre essas duas áreas pode levar a avanços significativos na compreensão do cérebro e dos processos cognitivos, e pode ter implicações importantes para a medicina, a robótica e outras áreas de pesquisa (Gazzaniga; Ivry; Mangun, 2014).

Nesse contexto, a questão que se colocou relevante é: **É possível contextualizar o ensino de eletricidade com as Neurociências no Ensino Médio?** Sim, é possível contextualizar o ensino de eletricidade com Neurociências. Por exemplo, ao ensinar conceitos básicos de eletricidade, é possível explicar como a informação é transmitida ao longo dos neurônios do cérebro, usando analogias com os circuitos elétricos. Assim, o problema central deste projeto é: **Como a contextualização da eletricidade e Neurociências no Ensino Médio pode auxiliar no ensino e aprendizagem de conceitos físicos?**

Assim, o objetivo geral deste projeto é compreender como uma oficina, com abordagem interdisciplinar entre a Física e a Neurociência, pode auxiliar no ensino e aprendizagem de conceitos físicos no Ensino Médio.

Para cumprir o objetivo geral, estabelecemos os **objetivos específicos**:

- a) Entender e realizar a transposição didática dos conceitos básicos sobre a Física por trás da sinapse: tais como as correntes elétricas geradas pelos neurônios pré-sinápticos afetam a liberação de neurotransmissores na fenda sináptica; como os neurotransmissores se ligam aos receptores na membrana pós-sináptica e ativam canais iônicos; como a ligação neurotransmissor-receptor é afetada por forças físicas, como a afinidade química e a distância entre os elementos; como as correntes iônicas geradas pelos canais iônicos afetam o potencial de membrana e a transmissão de sinais ao longo do neurônio pós-sináptico.
- b) Elaborar e implementar uma oficina utilizando a interdisciplinaridade entre a Física e a Neurociência para estudantes do Ensino Médio de uma escola pública do município de Bagé/RS. O objetivo da oficina é abordar como os neurônios conversam entre si e a Física por trás dessas interações.
- c) Analisar como a oficina pôde auxiliar no ensino e aprendizagem de conceitos físicos no Ensino Médio.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção se descreverá como foi realizada a revisão da literatura sobre o tema da pesquisa. Assim, serão explicitados os mecanismos, período e palavras-chave de busca, os critérios de seleção, o quantitativo de trabalhos encontrados, bem como uma descrição dos mesmos. Além disso, serão abordados alguns aspectos gerais da Neurociência e a sua relação com o ensino de Física e a BNCC.

2.1 Revisão de literatura

A revisão da literatura parte de publicações de artigos, teses e dissertações. Assim, utilizou-se os mecanismos de buscas **Web of Science** e **Google Acadêmico** para artigos e **Catálogo de Teses e Dissertações da Capes** e **Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)** para dissertações e teses.

A busca dos artigos, dissertações e teses relacionados ao tema de pesquisa ocorreu da seguinte maneira: procura de palavras-chaves, fazendo uso das ferramentas de buscas dos próprios portais já mencionados, no período de 2000 a 2023. As palavras-chave utilizadas concomitantemente foram: Aprendizagem, Implicações, Física e Neurociências. A partir dessa busca encontrou-se seis artigos,

sendo dois publicados em revistas científicas nacionais e quatro em revistas internacionais. Já em relação à busca de dissertações e teses não foram encontrados trabalhos sobre a temática.

No presente estudo, que aborda a interseção entre a Física e a Neurociência, propõe-se uma oficina interdisciplinar destinada ao Ensino Médio. Não foram identificadas publicações similares que explore de maneira abrangente e integrativa os campos da Física e da Neurociência, especialmente voltadas para o contexto educacional do Ensino Médio. Assim, este trabalho busca, oferecer uma abordagem única e interdisciplinar, contribuindo para o avanço do conhecimento e práticas pedagógicas no ensino de Física.

Os artigos encontrados estão identificados de acordo com temáticas envolvidas no presente trabalho, sendo elas: 1 – Psicologia e Neurociência cognitivas: Alguns avanços recentes e implicações para a educação (Andrade; Prado, 2003); 2 – Implicações da Neurociência na Educação (Naxara; Ferreira, 2017); 3 – *Neuroscience and learning in Science teaching* (Camilo, 2021); 4 – *The connection between piaget's theory and cognitive neuroscience in physics teaching* (Sousa; Freitas, 2022); 5 – *Neuroscience and education: a mapping of influences, connections and challenges for teaching-learning* (Oliveira et al., 2022); 6 – *Neuroscience and Physics Teaching: limits and possibilities in an unexplored field* (Brockington, 2021). A seguir serão descritos brevemente os trabalhos mencionados.

No artigo de Andrade e Prado (2003), os autores discutem as implicações educacionais dos avanços recentes em Psicologia e Neurociência Cognitiva, apontando para a necessidade de os educadores levarem em conta tais avanços. Destacando a importância de intervenções educacionais segundo Piaget que têm como objetivo proporcionar experiências que levem o aluno a construir seu próprio conhecimento. Já as intervenções pedagógicas segundo Vygotsky têm como objetivo promover a interação social e a mediação do outro para o aprendizado. Ambas as perspectivas podem ser complementares e contribuir para a formação integral dos estudantes, uma vez que certas habilidades perceptivas e cognitivas podem ser mais eficazes começando mais cedo, porque permitem estimular o desenvolvimento integral da criança em um período crítico de formação e prepará-la para a aprendizagem escolar e para a vida. Além disso, o artigo sugere que a Neurociência Cognitiva pode ajudar a identificar as regiões do cérebro responsáveis por tarefas

cognitivas específicas, informando assim o design de intervenções educacionais direcionadas a essas regiões. Por fim, argumentam que as teorias de Piaget e Vygotsky podem ser atualizadas e enriquecidas com a incorporação dos resultados de pesquisas recentes em Psicologia e Neurociência Cognitiva.

O artigo de Naxara e Ferreira (2017) destaca a importância da Neurociência na compreensão dos processos de aprendizagem e como isso pode levar a experiências de aprendizagem mais significativas para os alunos. A integração do corpo com o ambiente social é vista como crucial para o desenvolvimento cognitivo, e a Neurociência destaca questões importantes para a educação, como sentidos, emoções, motivação, atenção, memória e ambiente social. O objetivo do artigo é ajudar os profissionais da educação a refletir sobre suas práticas em sala de aula com base nas descobertas da Neurociência, garantindo um desenvolvimento mais eficaz dos alunos. A compreensão de como o cérebro se desenvolve e processa informações pode ajudar os educadores a criar experiências de aprendizagem mais eficazes, permitindo que os alunos se desenvolvam de forma mais significativa.

No artigo de Camilo (2021), é abordado a importância da Neurociência na melhoria da eficiência dos processos de ensino e aprendizagem. É destacado que a Neurociência tem contribuído para o desenvolvimento de metodologias de ensino mais eficazes e para a compreensão das bases neurais da aprendizagem, o que pode ajudar na criação de programas de formação de professores mais eficazes. No entanto, é necessário superar os desafios na integração da Neurociência e da educação, como a existência de "neuromitos" e diferenças epistemológicas entre os dois campos. É ressaltado a necessidade de mais pesquisas para estabelecer um diálogo mais direto e eficaz entre Neurociência e educação, além de compreender as bases neurais da aprendizagem e como elas podem informar as práticas de ensino. Em resumo, o texto destaca o potencial da Neurociência para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, mas reconhece a necessidade de superar desafios para que isso ocorra.

O artigo de Sousa e Freitas (2022), discute a relação entre a teoria de Piaget e a Neurociência Cognitiva no ensino de Física. Ambas as áreas oferecem *insights* valiosos sobre como os alunos aprendem e se desenvolvem cognitivamente. A teoria de Piaget enfatiza o papel das experiências no desenvolvimento cognitivo, enquanto a Neurociência Cognitiva se concentra nos mecanismos neurais subjacentes aos

processos cognitivos. A combinação dessas perspectivas pode levar a estratégias de ensino inovadoras e melhorias no ensino de Física. A aplicação da Neurociência na adoção de estratégias de ensino inovadoras na componente curricular Física é um exemplo disso. Além disso, há um interesse crescente em incluir disciplinas que conectem a Psicologia Cognitiva à Neurociência Cognitiva nos currículos de formação de professores. Em resumo, a integração da teoria de Piaget e da Neurociência Cognitiva tem o potencial de produzir melhorias significativas no ensino de Física e no sistema educacional como um todo.

O artigo de Oliveira et al. (2022), é uma revisão da literatura que explora as conexões entre Neurociência e Educação. Os autores analisaram as contribuições da Neurociência para o desenvolvimento de metodologias de ensino mais eficazes e a importância de incorporar as bases neurais da aprendizagem nos programas de treinamento de professores. A revisão abrange o desenvolvimento histórico da Neurociência, incluindo suas descobertas, aplicações e limitações. O artigo destaca o potencial da Neurociência para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, mas observa que existem desafios epistemológicos na integração da Neurociência e da educação. Em resumo, o artigo fornece informações importantes sobre como a Neurociência pode ser aplicada à educação e destaca a necessidade de uma abordagem integrada e colaborativa entre neurocientistas e educadores.

No artigo de Brockington (2021), é discutida a interseção entre Neurociência e educação, especificamente no contexto do aprendizado de Física. Ele destaca a importância de compreender os mecanismos neurais implícitos à aprendizagem, a fim de melhorar a qualidade do ensino. O artigo apresenta várias descobertas de pesquisas que lançam luz sobre os limites e possibilidades do uso da Neurociência na investigação do aprendizado de Física. No geral, o artigo fornece informações sobre como a Neurociência pode informar e aprimorar as práticas educacionais, especificamente no contexto do aprendizado de Física.

Apesar de ter sido encontrado um número reduzido de trabalhos que falem explicitamente das implicações da Neurociência no ensino de Física, os seis encontrados foram fundamentais para subsidiar a presente pesquisa. Os trabalhos apresentam propostas didáticas implementadas na educação, cujos resultados sugerem a importância da interdisciplinaridade entre a Física e a Neurociência.

2.2 Aspectos gerais da Neurociência e as suas implicações para o ensino de Física

A Neurociência é um campo de estudo que investiga o sistema nervoso e suas funções, como o processamento de informações, comportamento e cognição. Enquanto isso, o ensino de Física é uma área de educação que se dedica a ensinar as propriedades e comportamentos da matéria e energia, bem como investigar metodologias e recursos didáticos adequados para isso. O processamento de informações pelo cérebro é a maneira como ele recebe, interpreta e utiliza informações sensoriais para criar percepções e experiências. Um elemento chave desse processamento é o engajamento emocional, que ajuda a conectar informações e experiências com emoções para aumentar a motivação e a retenção de informações. Além disso, a Neurociência traz à tona conceitos que ajudam a aprimorar os métodos de educação, bem como a forma como o conhecimento é transmitido e compreendido (Lent, 2010).

As implicações da Neurociência para o ensino incluem a importância do engajamento emocional e da relevância para a aprendizagem, a contextualização na aprendizagem, o uso de técnicas de aprendizagem ativa, a importância do *feedback* contínuo e a compreensão de que o cérebro humano é incrivelmente plástico e adaptável. Os educadores devem estar cientes dessas implicações e procurar instigar os alunos a compreender os conteúdos abordados, envolvê-los em atividades práticas e interativas, oferecer *feedback* regular e construtivo sobre seu desempenho e promover relacionamentos emocionais com o conteúdo para criar redes neuronais mais fortes e duradouras para a aprendizagem. O entendimento de como o cérebro processa informações pode ajudar os educadores a desenvolver métodos mais eficazes de ensino, levando em conta as formas pelas quais os alunos aprendem (Cosenza; Guerra, 2011).

Para tornar o conteúdo de aprendizagem mais relevante e aumentar o engajamento e a motivação dos alunos, é importante contextualizar o material de ensino, ou seja, conectar as novas informações às já conhecidas. Uma abordagem eficaz para isso é a aprendizagem ativa, que envolve os alunos em atividades práticas e interativas, permitindo que eles aprendam por meio da experiência e da prática. Além disso, a plasticidade cerebral é a capacidade do cérebro de mudar e adaptar-se em resposta a experiências e informações novas, tornando a aprendizagem contínua

e evolutiva. As atividades práticas e interativas são importantes para essa adaptação, permitindo que os alunos aprendam por meio da experiência direta. O *feedback* contínuo é uma prática importante no ensino, juntamente com a aprendizagem ativa e a contextualização, isso ajuda a criar um ambiente de aprendizagem engajador e eficaz para os alunos (Andrade; Prado, 2003).

2.3 Os aspectos da Neurociência e a BNCC

A BNCC (Base Nacional Comum Curricular) é um documento que estabelece os direitos de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes em todas as etapas da Educação Básica no Brasil. A BNCC é dividida em áreas de conhecimento, incluindo a área de Ciências da Natureza, ela é um documento amplo e a integração da Neurociência pode ocorrer de diferentes maneiras, dependendo das diretrizes curriculares adotadas por cada sistema de ensino e das propostas pedagógicas das escolas.

Quando consideramos a Neurociência em relação à BNCC, podemos identificar alguns aspectos importantes, com sua natureza interdisciplinar, abrange conhecimentos e contribuições de diversas áreas, como Biologia, Psicologia, Medicina e Física, entre outras disciplinas. Essa interdisciplinaridade é valorizada e busca integrar diferentes campos do conhecimento em suas propostas pedagógicas. Essa perspectiva interdisciplinar é discutida na BNCC como uma possibilidade de “fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem” (Brasil, 2017, p. 16).

Um dos aspectos em que a Neurociência pode contribuir é no entendimento dos processos neurobiológicos e no funcionamento do cérebro. Essa compreensão pode ser explorada na BNCC, especialmente na área de Ciências da Natureza, para ampliar o conhecimento dos estudantes sobre o corpo humano, o sistema nervoso e suas interações com o ambiente - viabilizando a implementação da habilidade EM13CNT203 (Brasil, 2017). Além disso, a Neurociência estuda os aspectos cognitivos e emocionais, incluindo a aprendizagem, a memória, a atenção, a tomada de decisões e as emoções. Esses aspectos também estão presentes na BNCC, que busca o desenvolvimento integral dos estudantes, considerando suas habilidades cognitivas e socioemocionais (Brasil, 2017; Naxara; Ferreira, 2017).

A Neurociência traz importantes percepções para o processo de ensino e aprendizagem da Física. Um dos aspectos destacados é a ativação de conhecimentos prévios, mostrando que estabelecer conexões com conceitos já conhecidos pelos estudantes facilita a compreensão de novos conceitos científicos. Ao despertar a curiosidade dos estudantes, por meio de questionamentos, experimentos e atividades práticas, a Neurociência enfatiza a importância da motivação na aprendizagem de Física (Andrade; Prado, 2003). Tal aspecto corrobora a implementação da segunda competência geral da Educação Básica que aborda aspectos científicos, como curiosidade, investigação, análise crítica, resolução de problemas, etc. (Brasil, 2017).

Outro ponto relevante é a utilização de múltiplos canais sensoriais, conforme indicado pela Neurociência. Recursos visuais, experimentos práticos, simulações e vídeos permitem aos estudantes explorar diferentes formas de representação e internalizar os conceitos físicos de maneira mais efetiva. Além disso, a Neurociência ressalta a importância de apresentar os conceitos em um contexto significativo e relevante, relacionando-os com situações do cotidiano, problemas reais e aplicações práticas. Isso ajuda os estudantes a perceberem a utilidade e importância dos conhecimentos de Física (Sousa; Freitas, 2022). Tais aspectos vão ao encontro da proposta presente na BNCC de “selecionar e aplicar metodologias e estratégias didático-pedagógicas diversificadas” (Brasil, 2017, p.17).

A metacognição, que é a capacidade de refletir sobre o próprio processo de aprendizagem, também é destacada pela Neurociência. No ensino de Física, incentivar os estudantes a refletirem sobre seus próprios processos de aprendizagem, identificarem suas dificuldades e desenvolverem estratégias para superá-las é fundamental. Isso promove a autorregulação da aprendizagem, permitindo que os estudantes se tornem mais independentes e autônomos - como ressalta a BNCC - em seu processo de construção do conhecimento físico (Brockington, 2021).

A partir das percepções da Neurociência, é possível obter estratégias para aprimorar as práticas educacionais, levando em conta como o cérebro aprende, retém informações e se desenvolve. Essas aplicações práticas podem contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem, alinhando-se aos objetivos da BNCC. Dessa forma, a Neurociência e a BNCC podem caminhar juntas, promovendo uma educação mais embasada em evidências científicas e voltada para o desenvolvimento integral dos estudantes (Camilo, 2021).

2.4 Interdisciplinaridade no processo de ensino e aprendizagem

A interdisciplinaridade refere-se à integração de diferentes disciplinas acadêmicas, competências ou métodos de pesquisa para abordar problemas ou questões complexas que ultrapassam as fronteiras disciplinares tradicionais. O objetivo desta abordagem é criar uma sinergia entre diferentes campos, o que permite uma compreensão mais completa e rica dos conteúdos estudados (Fazenda, 2011).

No contexto do ensino, a interdisciplinaridade é vista como um processo que envolve a integração e o engajamento dos educadores. Trata-se de trabalho conjunto, com interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade. Segundo Fazenda (2011), a interdisciplinaridade é pautada em ação, movimento e reconhece a renovação e transformação nesse processo, proporcionando encantamento nas práticas educacionais.

A interdisciplinaridade desempenha um papel fundamental nesta pesquisa, que faz uma conexão entre dois campos aparentemente separados, a Física e a Neurociência. Essa abordagem interdisciplinar é guiada pela compreensão de que a Física fornece as ferramentas e os princípios necessários para desvendar e explicar os fenômenos físicos do cérebro e do sistema nervoso (Borges; Ferreira, 2007).

Assim, a união de conhecimentos da Física e da Neurociência permite uma perspectiva mais abrangente na busca por resultados satisfatórios no contexto do ensino de Física. A Neurociência é o campo de estudo que se dedica a compreender a estrutura e a função do sistema nervoso, incluindo o cérebro, as conexões neuronais e os processos cognitivos. Já a Física é uma disciplina que investiga as leis e princípios que regem a natureza e o funcionamento do universo, incluindo a matéria, a energia e as interações entre elas. Um dos principais benefícios dessa abordagem interdisciplinar é que ela permite que os educadores explorem tópicos e métodos de ensino que não seriam considerados se eles se limitassem apenas a uma única disciplina, como a Física. Isso facilitou a exploração de conteúdos que não seriam abordados apenas em uma disciplina isolada, abrindo caminho para novos conhecimentos e meios de ensinar e aprender tais conteúdos.

3 METODOLOGIA

3.1 Metodologia de pesquisa

Adotou-se como metodologia de pesquisa a abordagem qualitativa do tipo estudo de caso exploratório (Gil, 2002; Yin, 2015). De acordo com Silva et. al (2018), a pesquisa qualitativa tem como objetivo principal explorar as experiências, percepções, significados e motivações dos indivíduos ou grupos estudados. Em suma, a pesquisa qualitativa é um método de investigação que busca compreender a realidade social e humana por meio de abordagens interpretativas e contextualizadas, valorizando a subjetividade e a riqueza dos dados coletados.

No estudo de caso investiga-se uma unidade de análise em profundidade, permitindo uma compreensão abrangente e detalhada das questões em estudo. Nesta pesquisa utilizaremos a abordagem do estudo de caso único integrado (Tipo 2), onde a unidade de análise será a implementação da oficina “Como os Neurônios conversam entre si? A Física por trás da Sinapse” e as unidades integradas serão a interação entre os estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Bagé/RS e as atividades desenvolvidas.

O estudo de caso envolve a coleta de dados a partir de várias fontes, como entrevistas, observações, documentos, registros e outras formas de evidências relevantes para o caso em questão. O objetivo é obter uma compreensão rica e contextualizada do caso, explorando suas características, processos, relações e significados (Yin, 2015).

No estudo de caso exploratório em questão, serão utilizadas as seguintes fontes de dados: questionário, observação participante, registros audiovisuais, bem como pré e pós teste. Serão realizadas observações participantes (Lakatos, 2021) e registros audiovisuais durante a implementação da oficina, registrando aspectos relevantes como interações entre os estudantes, participação ativa, compreensão dos conceitos, entre outros, em um diário de bordo.

O pré-teste terá como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conceitos de Eletricidade e Neurociência. Já o pós-teste busca compreender suas percepções, experiências e aprendizados relacionados aos conceitos físicos abordados. Ambos serão feitos por meio de uma avaliação SQA. De acordo com Bender (2014), a avaliação SQA é uma sigla que se refere ao Sistema de Qualificação e Avaliação de Projetos/Atividades. Ela é um processo utilizado para

analisar e classificar projetos ou atividades em relação a critérios específicos. Esta avaliação ocorre no início da primeira aula e no final da última aula. Os alunos devem responder de acordo com o seu nível de conhecimento sobre o tema a ser trabalhado ou que já tenha sido trabalhado. Seguindo a denominação de Silva (2023):

S- Saber - O que eu sei sobre isso atualmente?

Q- Quero saber - O que eu quero saber?

A- Aprendido - O que aprendi?

Quando perguntados sobre o “O que sei sobre isso atualmente?” Espera-se que os estudantes respondam sobre seus conhecimentos prévios em relação ao assunto em questão. Quando perguntados “O que eu quero saber?” Devem escrever suas curiosidades sobre o tema, e “O que eu aprendi?” São os conhecimentos adquiridos a partir da intervenção.

Através de um questionário com perguntas abertas (Lakatos, 2021), aplicado com os estudantes, busca-se identificar a avaliação da oficina implementada. Para a interpretação de tal questionário e da avaliação SQA, será utilizada a Análise de Conteúdo (Bardin, 2020). Os dados coletados serão transcritos, organizados e categorizados em temas e padrões emergentes. Serão utilizadas técnicas de codificação e categorização para identificar e interpretar os significados subjacentes aos dados. Serão exploradas as conexões entre os dados coletados e as teorias relacionadas, buscando interpretações significativas e insights relevantes.

3.2 Metodologia de ensino

Neste estudo de caso, foi explorada a interdisciplinaridade da Física com Neurociência no Ensino Médio, através de uma oficina com o tema “Como os Neurônios conversam entre si? A Física por trás da Sinapse.” O estudo buscou *insights*, interpretações e significados através da coleta e análise de dados qualitativos, permitindo uma compreensão aprofundada e relevante de como uma oficina interdisciplinar pode auxiliar no ensino e aprendizagem de conceitos físicos.

A oficina dispôs como objetivo investigar os componentes do sistema nervoso, suas interações e a Física por trás deles. A carga horária da oficina foi de 6 horas, desenvolvida em 6 aulas. De acordo com Lopes (2019), a utilização de recursos didáticos torna as atividades mais envolventes, sendo assim foram utilizados os

seguintes recursos didáticos para tornar a atividade mais interativa e envolvente para os alunos:

I) Modelos anatômicos do sistema nervoso, como cérebro e um neurônio. Os alunos puderam observar esses modelos para compreender melhor a estrutura e função dos componentes do sistema nervoso;

II) Experimentos simples e simulação para ilustrar conceitos relacionados à Física do sistema nervoso, através de uma demonstração da lei de Ohm usando circuitos elétricos para explicar a resistência elétrica e sua relação com a transmissão do sinal nervoso;

III) Apresentações em slides para explicar os conceitos-chave relacionados à Física e ao sistema nervoso, utilizando vídeos e animações educativas para mostrar visualmente os processos complexos que ocorrem no sistema nervoso, através de recursos disponíveis online que explicam a neurofisiologia, a transmissão sináptica e outros conceitos relevantes de forma didática;

IV) Roda de conversa para que os alunos possam compartilhar suas ideias, fazer perguntas e esclarecer dúvidas. Essa interação estimula o pensamento crítico e a troca de conhecimento entre os participantes;

V) Material didático complementar, sendo um e-book, que os alunos puderam acessar e revisar os conceitos abordados na oficina e um jogo de tabuleiro para fixar o conteúdo trabalhado.

4 IMPLEMENTAÇÃO DA OFICINA

A instituição escolhida para implementação da oficina¹ foi a E.E.E.M. Carlos Kluwe, localizada em Bagé-RS. Assim, no dia 6 de setembro de 2023 foi realizada uma conversa com a diretora da instituição e a professora de Física, para apresentar a proposta de pesquisa e solicitar a anuência (Apêndice A) da sua realização na escola. Ficou acordado que a oficina seria implementada em seis aulas, divididas em três encontros na disciplina de Saúde e bem-estar², também ministrada pela

¹ Os materiais produzidos e utilizados na oficina podem ser acessados neste link: <https://drive.google.com/drive/folders/1p3Z1i0dILhdEb5xTtJCrvUm95mACMI6c>

² A disciplina de Física deixou de ser ofertada no 3º ano do novo ensino médio porque a reforma educacional que criou esse modelo, aprovada em 2017 e implantada obrigatoriamente em 2022, propôs uma mudança na estrutura curricular da educação básica brasileira. Essa reforma dividiu o ensino médio em duas partes: a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), de caráter obrigatório, e os

professora de Física, em uma turma de 3^o ano. A escolha dessa disciplina foi adequada, pois o tema da oficina é a interdisciplinaridade entre a Física e Neurociência.

4.1 Primeiro encontro

O primeiro encontro da oficina aconteceu no dia 03 de outubro de 2023 das 07h30min às 09h20min com um total de 15 alunos presentes em sala de aula, a dinâmica ocorreu de acordo com o planejamento exposto no quadro 1.

Quadro 1 - Planejamento do primeiro encontro

Identificação	
Escola: E.E.E.M Carlos Kluwe	
Ano / Turma: 3 ^o ano	
Data: 03/10/2023	Duração: 2 períodos
Conteúdos	
Apresentação geral Pré-teste referente ao tema Introdução à interdisciplinaridade entre Física e Neurociência	
Objetivos	
<p>Objetivo geral: O objetivo da aula é criar inicialmente um vínculo com a turma, avaliar conhecimento prévio e coletar as curiosidades dos alunos. Em seguida, através de uma aula expositiva dialogada utilizando recursos visuais como modelos impressos em 3D, datashow, simulador Phet, e-book de criação própria para contextualizar o tema de forma clara e visual.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avaliar o conhecimento prévio dos alunos, incentivando a refletirem sobre o que já sabem e o que querem saber sobre o assunto relacionado. • Otimizar a aprendizagem do tema abordado. • Destacar as relações entre os conceitos de Física e Neurociências. 	
Metodologia e recursos didáticos utilizados	

Itinerários Formativos, que são optativos e permitem aos estudantes escolherem áreas de conhecimento que tenham interesse (Almeida, 2019).

1ª etapa – Apresentação pessoal e apresentação da proposta da oficina; aplicação do pré-teste, através de uma avaliação SQA, seguindo a denominação:

S - Saber - O que eu sei sobre isso atualmente?

Q - Quero saber - O que eu quero saber?

2ª etapa – Aula expositiva dialogada com Data Show, contextualizando o assunto a ser abordado na oficina: Física e Neurociências. Para essa etapa utilizou-se os seguintes recursos didáticos: simulação do Phet, um e-book de autoria própria e impressões em 3D de modelos anatômicos do cérebro e neurônio.

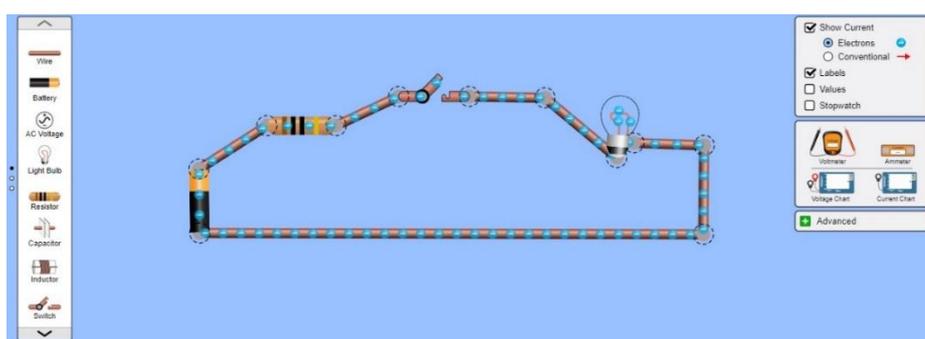
3ª etapa - Finalização da aula com a síntese dos conteúdos abordados.

Referências

BENDER, William N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. 1 ed. Porto Alegre: Penso Editora, 2014.

No primeiro momento do encontro foi feita a apresentação da pesquisadora mediante professora regente da turma e a primeira aplicação da ferramenta cognitiva (SQ) sendo um pré-teste através de uma avaliação SQA (Apêndice B). Posteriormente, no segundo momento, iniciou-se a implementação dos conteúdos abordados na oficina: alguns conceitos de Física e de Neurociências. Para isso foram utilizados recursos visuais como apresentação em slides (Apêndice C) para a contextualização do conteúdo contendo imagens e vídeos, uma simulação do PHET para ilustrar e experimentar um circuito elétrico (figura 1), modelos anatômicos impressos em 3D (figura 2) e história em quadrinhos de autoria própria (Apêndice D).

Figura 1 - Simulação PHET



Fonte: Autora (2023)

Figura 2 - Modelos anatômicos impressos em 3D



Fonte: Autora (2023)

A discussão inicial e os recursos didáticos utilizados possibilitaram aos estudantes o contato com uma base sólida de conhecimento sobre a anatomia do cérebro e os conceitos relacionados às sinapses. Isso inclui entender a estrutura do cérebro, suas partes principais e como elas se relacionam, bem como as suas relações com os conceitos físicos de circuito elétrico.

Podemos relacionar as experiências da primeira e segunda etapas com a perspectiva construtivista de Jean Piaget, na qual o conhecimento prévio é essencial para a aprendizagem. Ele afirma que o conhecimento novo é construído a partir do conhecimento prévio, que é organizado em estruturas mentais. Essas estruturas são desenvolvidas ao longo da vida, a partir da interação do indivíduo com o meio ambiente (Treviso, 2013).

Sendo assim, houve uma introdução ao conteúdo através da projeção de slides supracitados e a história em quadrinhos, pois ainda não havia a versão impressa. Durante o uso do simulador Phet os alunos foram participativos e engajados na dinâmica, ao serem questionados sobre como montar o circuito. Por outro lado, em outros momentos desta aula os alunos estavam dispersos e desinteressados em relação ao conteúdo. Podemos explicar esse fato devido à presença de uma pessoa estranha (a pesquisadora) na sala de aula ou por ser um desinteresse cotidiano, fato comum no contexto escolar e já discutido por pesquisadores (Moreira, 2021), ou ainda

pela escolha metodológica, que foi, predominantemente, uma aula expositiva dialogada (Anastasiou; Alves, 2007), com recursos didáticos diferenciados.

4.2 Segundo encontro

O segundo encontro da oficina contou com 19 alunos presentes em sala de aula, a implementação da oficina aconteceu no dia 17 de outubro de 2023 das 07h30min às 09h20min, a dinâmica ocorreu de acordo com o planejamento exposto no quadro 2.

Quadro 2 - Planejamento do segundo encontro

Identificação	
Escola: E.E.E.M Carlos Kluwe	
Ano / Turma: 3º ano	
Data: 17/10/2023	Duração: 2 períodos
Conteúdos	
Interdisciplinaridade entre a Física e Neurociência Circuitos elétricos	
Objetivos	
<p>Objetivo geral: Proporcionar aos alunos uma compreensão prática e teórica sobre circuitos elétricos simples e sua relação com a Neurociência, destacando a importância das grandezas físicas envolvidas nesse contexto.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esclarecer dúvidas, após identificar as curiosidades no pré-teste. • Compreender os conceitos teóricos relacionados à eletricidade e Neurociência. • Utilizar experimento prático para facilitar a compreensão dos conceitos abordados e incentivar a participação ativa dos alunos. 	
Metodologia e recursos didáticos utilizados	
<p>1ª etapa – Através de uma aula expositiva dialogada com o uso do data show serão respondidas as curiosidades sugeridas através do Pré-teste, para facilitar o ensino-aprendizagem do conteúdo em questão.</p> <p>2ª etapa – Prática experimental, montagem de um circuito elétrico simples para exemplificar a eletricidade nos circuitos e nos neurônios.</p> <ul style="list-style-type: none"> • O objetivo é ensinar os alunos a montar um circuito simples usando uma protoboard, um LED, um resistor e uma fonte. Isso envolve a prática experimental de lidar com 	

componentes elétricos, conectar os elementos corretamente e entender como eles funcionam juntos.

- Durante a montagem do circuito, os alunos devem explorar grandezas físicas como tensão, corrente elétrica e resistência, compreendendo como essas grandezas se relacionam no contexto do circuito.

Referências

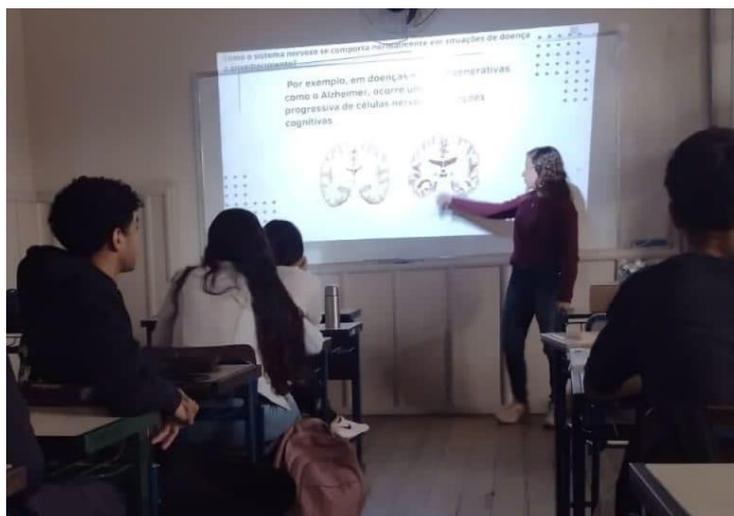
GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R. B.; MANGUN, G. R. **Neurociência cognitiva**: A biologia da mente. São Paulo: Artmed Editora, 2014.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1999.

O segundo encontro foi pensado para engajar os alunos após uma primeira aula que não teve a participação esperada dos mesmos. Nesse sentido, a pesquisadora analisou as respostas dos alunos na ferramenta cognitiva do primeiro encontro (SQ), na qual ficou evidente que os alunos não tinham muito conhecimento prévio sobre Eletricidade e Neurociência, porém, demonstraram algumas curiosidades sobre esses temas.

Assim, no primeiro momento da aula foi realizada uma conversa sobre as curiosidades dos alunos, como por exemplo “Como funciona a eletricidade” e também “Como o cérebro dá comandos para o corpo”. Isso os incentivou a compartilhar suas dúvidas, o que os envolveu mais no processo de aprendizagem. Durante a conversa, suas dúvidas foram discutidas e explicadas utilizando imagens e vídeos (Apêndice E) para melhor compreensão da teoria, o que fez com que a comunicação entre professor-aluno aumentasse significativamente (figura 3).

Figura 3 - Respondendo dúvidas



Fonte: Autora (2023)

No segundo momento da implementação, houve uma atividade prática experimental (Apêndice F) onde os alunos montaram um circuito elétrico simples (figura 4), utilizando materiais como protoboard, cabos, resistor, led e interruptor. Segundo Gaspar (2014), a experimentação é uma ferramenta poderosa que pode contribuir para o desenvolvimento cognitivo dos alunos. No entanto, é importante que a experimentação seja organizada de forma a promover a interação social e a construção do conhecimento pelos alunos. Durante a montagem do circuito os alunos puderam explorar grandezas físicas como tensão, corrente elétrica e resistência. Esta experiência permitiu a eles compreender os conceitos dos circuitos de forma concreta e prática, tornando o conteúdo mais acessível e atrativo. De acordo com Roloff (2010), é de suma importância trazer propostas práticas e lúdicas para desenvolver o raciocínio do aluno.

Figura 4 - Atividade prática experimental, montagem circuito elétrico



Fonte: Autora (2023)

Essas duas estratégias metodológicas, grupo de discussão e atividade prática, tiveram um papel importante no resgate do interesse dos alunos. Isto marcou uma aula positiva e mostrou que a abordagem metodológica adaptada produziu resultados significativos. Segundo Moreira (2021), a teoria de Vygotsky pode contribuir para a melhoria do ensino de Física, pois, ao utilizar atividades experimentais e em grupos, permite promover a autonomia dos alunos e assim criar um ambiente de aprendizagem mais eficaz e estimulante.

4.3 Terceiro encontro

O terceiro e último encontro aconteceu no dia 24 de outubro de 2023, tendo início às 07h30min e fim às 09h20min com um total de 20 alunos presentes em sala de aula, a dinâmica ocorreu de acordo com o planejamento exposto no quadro 3.

Quadro 3 - Planejamento do terceiro encontro

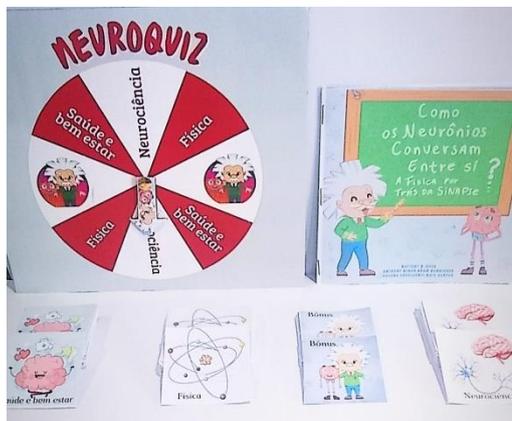
Identificação	
Escola: E.E.E.M Carlos Kluwe	
Ano / Turma: 3º ano	
Data: 24/10/2023	Duração: 2 períodos

Conteúdos
Contextualização entre a Física e Neurociência. Pós-teste Questionário avaliação da oficina
Objetivos
Objetivo geral: Promover a compreensão da relação entre a Física e a Neurociência, a partir de um jogo de tabuleiro. Objetivos específicos: <ul style="list-style-type: none"> • Contextualizar e revisar os conteúdos abordados a partir de um jogo de tabuleiro. • Discutir sobre a interseção entre Física, Neurociência, Saúde e bem-estar. • Viabilizar a participação ativa dos alunos.
Metodologia e recursos didáticos utilizados
1ª etapa – Aula expositiva dialogada, referente às informações sobre o jogo a seguir. 2ª etapa - Através de um jogo de tabuleiro será revisada a contextualização entre a Física e a Neurociência. O jogo consiste em uma série de perguntas de múltipla escolha, os jogadores poderão se dividir em grupos. 3ª etapa – Os alunos responderão ao pós-teste e ao questionário de avaliação da oficina
Referências
GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R. B.; MANGUN, G. R. Neurociência cognitiva: A biologia da mente. São Paulo: Artmed Editora, 2014. MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa. Brasília: (Editora da Universidade de Brasília, Brasília, 1999).

Os alunos iniciaram a aula empolgados e participativos. Deu-se início a implementação às 07h30min com a dinâmica de um jogo educativo (Apêndice G) projetado para ajudar os alunos a compreender os componentes do sistema nervoso, suas interações e a Física por trás deles (Figura 5). Os jogadores eram desafiados com perguntas de múltipla escolha relacionadas à Física, Neurociência, Saúde e bem-estar. Os jogadores foram divididos em grupos e para começar a jogar, giraram a roleta. Algum tema de pergunta seria sorteado aleatoriamente entre Física, Neurociência, Saúde e bem-estar e Coringa. A pergunta era composta por quatro opções de resposta e a escolha deveria ser feita em 30 segundos. Quando parava no coringa, o jogador poderia escolher o tema para a questão. Uma resposta certa indicava que o participante poderia responder mais uma pergunta, e assim sucessivamente até 3 perguntas seguidas, acertando 3 questões sequencialmente o

participante ganhava um ícone do tema de sua preferência. Quando cometesse algum erro seria a vez do próximo participante. O vencedor se daria por quem conseguisse mais ícones ao fim do jogo.

Figura 5 - Jogo educativo



Fonte: Autora (2023)

A teoria de Vygotsky oferece uma visão da aprendizagem que é baseada na interação social e na construção do conhecimento. Além disso, a Neurociência e a teoria de Vygotsky podem se complementar. A neurociência pode fornecer evidências científicas para apoiar a teoria, enquanto a teoria de Vygotsky fornece uma orientação para a pesquisa (Gaspar, 2014).

Ao fim da aula, foi questionado aos alunos se eles haviam gostado e a resposta foi unânime: "Gostei de competir com meus colegas". Essa resposta mostra que os alunos se sentiram motivados e desafiados a superar seus colegas. No caso da oficina, a competição foi realizada de uma forma saudável e construtiva. Os alunos foram divididos em grupos, isso permitiu que todos os alunos tivessem a oportunidade de participar e de se divertir, além do mais importante reforçar o conteúdo e ver se realmente haviam aprendido o que foi abordado nas atividades anteriores. Através do jogo, os alunos não apenas revisaram o conteúdo, mas também gostaram de aprender enquanto participavam ativamente.

Para Vygotsky, as atividades em grupo são fundamentais para a aprendizagem. Ele acreditava que o conhecimento é construído a partir da interação social, e que as atividades em grupo fornecem um ambiente ideal para essa interação, além de permitir que os alunos enquanto grupos se ajudem mutuamente a alcançar

seu nível de desenvolvimento potencial. Isso permite que eles construam novos conhecimentos de forma mais significativa e eficaz (Duarte, 1999).

Para finalizar a implementação da oficina, aconteceu a aplicação da ferramenta cognitiva (SQA), onde os alunos responderam o “A” da avaliação, o qual significa o que os alunos aprenderam sobre o tema. De acordo com Maman (2021), entende-se que a metacognição é o conhecimento que o aluno tem sobre seu próprio conhecimento, somado à capacidade de se autorregular, ou seja, avaliar-se durante o processo de escolha das estratégias para atingir um objetivo. No questionário (Apêndice H), também havia perguntas relacionadas a avaliação da proposta didática implementada. Ou seja, nessa última etapa da implementação os alunos puderam apontar o que aprenderam durante as atividades, sendo possível considerar relevante ou não para seu conhecimento.

5 ANÁLISE DE CONTEÚDO E RESULTADOS

Nesta seção apresenta-se o processo de análise de conteúdo (Bardin, 2020) da avaliação SQA e do questionário de avaliação da oficina pelos estudantes, bem como os resultados obtidos após a análise.

5.1 Avaliação SQA

O pré-teste teve como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conceitos de Eletricidade e Neurociência. Já o pós-teste buscou compreender suas percepções, experiências e aprendizados relacionados aos conceitos físicos abordados. Ambos foram feitos por meio de uma avaliação SQA. De acordo com Bender (2014), a avaliação SQP/A (figura 7) é uma sigla que se refere ao Sistema de Qualificação e Avaliação de Projetos/Atividades. Ela é um processo utilizado para analisar e classificar projetos ou atividades em relação a critérios específicos. Esta avaliação ocorreu no início da primeira aula e no final da última aula.

Figura 6 - Questões da avaliação SQA

PERGUNTA	RESPOSTA
S- Saber- O que eu sei sobre isso atualmente?	
Q- Quero saber- O que eu quero saber?	
A- Aprendido- O que eu aprendi até o momento?	

Fonte: Bender (2014)

De acordo com Silva (2023), esta avaliação é entregue no começo da primeira aula e ao final da última aula. Os alunos devem preencher respondendo às perguntas de acordo com o seu nível de conhecimento sobre o tema que será trabalhado ou foi trabalhado. Então quando perguntados sobre o “O que sei sobre isso atualmente?” espera-se que os estudantes respondam sobre seus conhecimentos prévios em relação ao assunto em questão naquele momento. Quando perguntados “O que eu quero saber?” devem escrever suas curiosidades sobre o tema, e “O que eu aprendi até o momento?” são os conhecimentos que adquiriram a partir da intervenção. Ao final da implementação da oficina, também foi aplicado com os estudantes um questionário com perguntas abertas (Lakatos, 2021), onde buscou-se identificar a avaliação da oficina implementada.

Para a interpretação de tal avaliação e questionário, será utilizada a Análise de Conteúdo (Bardin, 2020). Segundo Silva (2023), a técnica é composta por três etapas: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados.

Assim, para a primeira etapa, após a leitura de todo material coletado, os dados foram transcritos, organizados e categorizados em temas e padrões emergentes (Silva, 2023). Foram utilizadas técnicas de codificação e categorização para identificar e interpretar os significados subjacentes aos dados obtidos, os quais foram separados por abas de acordo com a origem do material, conforme exemplifica o quadro 4.

Quadro 4 - Representação da separação de material para análise (corpus de análise).

CORPUS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
SQA: O que eu sei?	S_{en}	Material coletado da avaliação SQA.
SQA: O que eu quero saber?	Q_{en}	Material coletado da avaliação SQA.
SQA: O que aprendi com isso?	A_{en}	Material coletado da avaliação SQA.
Questionário: Avaliação da Proposta	Ap_{en}	Material coletado do questionário de avaliação da proposta.

Fonte: Autora (2023)

Logo após a separação de todo o material e de uma nova leitura, elaborou-se a codificação, conforme o quadro 5.

Quadro 5 - Codificação dos sujeitos de pesquisa.

SUJEITO	CÓDIGO
Estudantes	en
Pesquisadora	P
Professora	PR

Fonte: Autora (2023)

Como sujeitos de pesquisa estão os estudantes, codificados com a letra “e” seguida de um numeral, por exemplo “e01” (estudante 1), e assim sucessivamente. Ainda como sujeitos de pesquisa está a professora da disciplina que será codificada por “PR”, e como sujeito de pesquisa a pesquisadora, codificada como “P”.

Dando continuidade a metodologia, para a segunda etapa temos a exploração do material. Exploração do material é a construção das operações de codificação, em que se considera os recortes dos textos em unidades de registro, a definição das regras que levarão as categorias simbólicas ou temáticas (Silva, 2023). Nessa fase acontece o recorte das unidades de registro, que são as respostas dos alunos nas atividades: SQA e questionário de avaliação da proposta. Para auxiliar na codificação e construção das categorias, foram criadas sub questões de pesquisa e seus consequentes códigos, conforme o quadro 6.

Quadro 6 - Codificação das sub questões de pesquisa.

SUB QUESTÃO	CÓDIGO
Há evidência de conhecimento prévio sobre eletricidade?	<i>Sub_{Q1}</i>
Há evidência de conhecimento prévio sobre Neurociência?	<i>Sub_{Q2}</i>
Há evidência de interesse dos estudantes na oficina?	<i>Sub_{Q3}</i>
Há evidência de que o e-book foi um recurso didático potencial?	<i>Sub_{Q4}</i>
Há evidência de que o experimento foi um recurso didático potencial?	<i>Sub_{Q5}</i>
Há evidência de que o jogo foi um recurso didático potencial?	<i>Sub_{Q6}</i>
Há evidência de aprendizagem de eletricidade a partir da oficina?	<i>Sub_{Q7}</i>
Há evidência de aprendizagem de Neurociência a partir da oficina?	<i>Sub_{Q8}</i>

Fonte: Autora (2023)

Com o auxílio de todos esses códigos são identificadas as unidades de registro e dá-se início ao processo de categorização inicial, inicialmente separadas por origem do material (SQA) conforme o Quadro 7.

Quadro 7 - Categorização Inicial

(continua)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
S_{e01}	<ul style="list-style-type: none"> - Está relacionada com as quantidades de prótons e elétrons em uma corrente elétrica. - É a ciência que estuda os neurônios dos seres vivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrente elétrica. - Ciência 	<p>Sem aulas de Física no 3º ano, os estudantes não têm a oportunidade de desenvolver um conhecimento mais aprofundado sobre os fenômenos físicos que ocorrem à sua volta. Sendo assim, suas respostas refletem uma variedade sobre seus conhecimentos prévios em relação ao assunto em questão, porém, alguns alunos não tinham conhecimento nenhum a respeito do tema abordado na oficina, enquanto outros ressaltaram um conhecimento básico. Os alunos, por exemplo, têm uma compreensão intuitiva de como um circuito elétrico funciona, mas não tem propriedade para explicar os princípios físicos que estão por trás do seu funcionamento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sub_{Q1} e - Sub_{Q2} 	Pressupostos sobre Eletricidade e Neurociências
S_{e02}	<ul style="list-style-type: none"> - Circuitos elétricos se baseiam em prótons e elétrons. - Estuda o sistema nervoso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Circuito elétrico - Sistema nervoso 			
S_{e03}	<ul style="list-style-type: none"> - Nada - Nada 	Nada			

(continuação)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
S_{e04}	- Pouca coisa, praticamente nada. - Nada	Conhecimento limitado	<p>Sem aulas de Física no 3º ano, os estudantes não têm a oportunidade de desenvolver um conhecimento mais aprofundado sobre os fenômenos físicos que ocorrem à sua volta. Sendo assim, suas respostas refletem uma variedade sobre seus conhecimentos prévios em relação ao assunto em questão, porém, alguns alunos não tinham conhecimento nenhum a respeito do tema abordado na oficina, enquanto outros ressaltaram um conhecimento básico. Os alunos, por exemplo, têm uma compreensão intuitiva de como um circuito elétrico funciona, mas não tem propriedade para explicar os princípios físicos que estão por trás do seu funcionamento.</p>	<p>- Sub_{Q1} e - Sub_{Q2}</p>	<p>Pressupostos sobre Eletricidade e Neurociências</p>
S_{e05}	- Nada - Estuda o sistema nervoso.	Nada			
S_{e06}	- Um conjunto de equipamentos que promove a passagem de corrente elétrica. - Estuda o cérebro.	- Passagem de corrente elétrica - Cérebro			
S_{e07}	- Ligações elétricas. - Estudo da mente humana.	- Ligações elétricas - Mente humana			
S_{e08}	- Que os curto circuitos podem ser causados por algum fio desencapado em contato com a água. - Estuda o cérebro do ser humano.	- Fios desencapados - Ser humano			

(continuação)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
S_{e09}	- Nada - Nada	Nada	<p>Sem aulas de Física no 3º ano, os estudantes não têm a oportunidade de desenvolver um conhecimento mais aprofundado sobre os fenômenos físicos que ocorrem à sua volta. Sendo assim, suas respostas refletem uma variedade sobre seus conhecimentos prévios em relação ao assunto em questão, porém, alguns alunos não tinham conhecimento nenhum a respeito do tema abordado na oficina, enquanto outros ressaltaram um conhecimento básico. Os alunos, por exemplo, têm uma compreensão intuitiva de como um circuito elétrico funciona, mas não tem propriedade para explicar os princípios físicos que estão por trás do seu funcionamento.</p>	<p>- Sub_{Q1} e - Sub_{Q2}</p>	<p>Pressupostos sobre Eletricidade e Neurociências</p>
S_{e10}	- Nada - Nada	Nada			
S_{e11}	- Não tenho nenhum conhecimento sobre. - Não tenho nenhum conhecimento sobre.	Ausência de conhecimento			
S_{e12}	- Circuitos elétricos contém correntes de energia que se colocados corretamente conduzem eletricidade. - Estuda comportamentos cerebrais.	- Condução de eletricidade -Comportamentos cerebrais			

(continuação)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
S_{e13}	- Nada - Nada	Nada	<p>Sem aulas de Física no 3º ano, os estudantes não têm a oportunidade de desenvolver um conhecimento mais aprofundado sobre os fenômenos físicos que ocorrem à sua volta. Sendo assim, suas respostas refletem uma variedade sobre seus conhecimentos prévios em relação ao assunto em questão, porém, alguns alunos não tinham conhecimento nenhum a respeito do tema abordado na oficina, enquanto outros ressaltaram um conhecimento básico.</p> <p>Os alunos, por exemplo, têm uma compreensão intuitiva de como um circuito elétrico funciona, mas não tem propriedade para explicar os princípios físicos que estão por trás do seu funcionamento.</p>	<p>- Sub_{Q1} e - Sub_{Q2}</p>	<p>Pressupostos sobre Eletricidade e Neurociências</p>
S_{e14}	- Nada - Nada	Nada			
S_{e15}	-Funcionamento dos cabos, tomadas, aterramento e mais algumas coisas básicas, e também noção sobre energia de condução térmica. - Estuda o cérebro e o sistema nervoso.	- Cabos elétricos - Estuda			

(continuação)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
Q_{e01}	- Como funciona a eletricidade. - Como o sistema nervoso se comporta normalmente em situações de doença.	- Eletricidade - Doença	<p>De modo geral, metade dos alunos possuem inúmeras curiosidades sobre o tema eletricidade, enquanto sobre Neurociências não há muitas curiosidades. Apesar disso, eles trouxeram bastante a palavra “doença”. Após o COVID-19, veio à tona um aumento nos casos de ansiedade e depressão. Esse contexto pode ter influência nas curiosidades dos alunos, levando-os a buscar compreensão sobre questões relacionadas à saúde mental.</p> <p>No geral, a maior curiosidade em ambos os temas é o funcionamento e como surgiu.</p>	<i>Sub_{Q3}</i>	Interesses sobre Eletricidade e Neurociência
Q_{e02}	- Como funciona e como fazer uma ligação elétrica - Envelhecimento do sistema nervoso e como ele funciona em situações de doença.	- Ligação elétrica - Envelhecimento			
Q_{e03}	- Como surgiu a eletricidade. - Como ela funciona, como surgiu e o que é.	- Surgimento - Surgimento			
Q_{e04}	- Qualquer coisa sobre o assunto - Qualquer coisa sobre o assunto	Qualquer coisa			
Q_{e05}	- Como funciona a eletricidade. - Como o cérebro dá comandos para o corpo.	-Funcionamento - Comandos			

(continuação)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
Q_{e06}	- Como funciona a passagem da corrente. - Nada	- Passagem de corrente - Nada	<p>De modo geral, metade dos alunos possuem inúmeras curiosidades sobre o tema eletricidade, enquanto sobre Neurociências não há muitas curiosidades. Apesar disso, eles trouxeram bastante a palavra “doença”. Após o COVID-19, veio à tona um aumento nos casos de ansiedade e depressão. Esse contexto pode ter influência nas curiosidades dos alunos, levando-os a buscar compreensão sobre questões relacionadas à saúde mental.</p> <p>No geral, a maior curiosidade em ambos os temas é o funcionamento e como surgiu.</p>	<i>Sub_{Q3}</i>	Interesses sobre Eletricidade e Neurociência
Q_{e07}	- Como ela funciona. - Efeito placebo.	- Funcionamento - Placebo			
Q_{e08}	- Como ela funciona. - O que a Neurociência estuda.	- Funcionamento - Definição			
Q_{e09}	- O que é e como surgiu a eletricidade. - O que é Neurociência.	- Definição - Neurociência			
Q_{e10}	- Como é transportada até uma resistência. - Nada	- Transporte - Nada			

(continuação)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
Q_{e11}	- Como funciona. - Conceito, influência no corpo humano.	- Funcionamento - Conceito	<p>De modo geral, metade dos alunos possuem inúmeras curiosidades sobre o tema eletricidade, enquanto sobre Neurociências não há muitas curiosidades. Apesar disso, eles trouxeram bastante a palavra “doença”. Após o COVID-19, veio à tona um aumento nos casos de ansiedade e depressão. Esse contexto pode ter influência nas curiosidades dos alunos, levando-os a buscar compreensão sobre questões relacionadas à saúde mental.</p> <p>No geral, a maior curiosidade em ambos os temas é o funcionamento e como surgiu.</p>	Sub_{Q3}	Interesses sobre Eletricidade e Neurociência
Q_{e12}	- Como surgiu, exemplos, eletricidade na natureza, tipos de eletricidade e eletricidade no corpo humano. - Nada	- Eletricidade na natureza - Nada			
Q_{e13}	- Nada - Nada	Nada			
Q_{e14}	- Qualquer coisa. - Qualquer coisa.	Qualquer coisa			

(continuação)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
Q_{e15}	<ul style="list-style-type: none"> - Energia de condução elétrica, energia renovável, energia termonuclear e os conceitos da pouca utilização, hidrogênio verde. - Porque é difícil criar tecnologias e meios de reconstruir o sistema nervoso? 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceitos - Tecnologias 	<p>De modo geral, metade dos alunos possuem inúmeras curiosidades sobre o tema eletricidade, enquanto sobre Neurociências não há muitas curiosidades. Apesar disso, eles trouxeram bastante a palavra “doença”. Após o COVID-19, veio à tona um aumento nos casos de ansiedade e depressão. Esse contexto pode ter influência nas curiosidades dos alunos, levando-os a buscar compreensão sobre questões relacionadas à saúde mental.</p> <p>No geral, a maior curiosidade em ambos os temas é o funcionamento e como surgiu.</p>	Sub_{Q3}	Interesses sobre Eletricidade e Neurociência
A_{e01}	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendi a aplicar a lei de Ohm e como montar um circuito elétrico. - Aprendi que o estudo da Neurociência importa para o bom funcionamento do corpo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lei de Ohm - Funcionamento do corpo 	<p>Os alunos demonstraram aprendizagem em relação ao conteúdo trabalhado, exceto uma aluna(E13) que esteve relutante durante a oficina.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sub_{Q7} e - Sub_{Q8} 	Evidências de aprendizagem

(continuação)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
A_{e02}	- Aprendi a identificar uma voltagem, resistência e circuito elétrico. - Aprendi alguns conceitos sobre Neurociência	- Identificar circuitos elétricos - Conceitos	Os alunos demonstraram aprendizagem em relação ao conteúdo trabalhado, exceto uma aluna(E13) que esteve relutante durante a oficina.	- Sub_{Q7} e - Sub_{Q8}	Evidências de aprendizagem
A_{e03}	- Aprendi que a eletricidade é algo incrível, aprendi como ela funciona e o mais incrível aprendi como usar. - Aprendi o que é Neurociência, como ela funciona e sanei todas as dúvidas que eu tinha.	- Eletricidade - Funcionamento			
A_{e04}	- Aprendi a montar um circuito elétrico e como funciona um curto circuito. - Aprendi sobre as partes de um neurônio e como funciona.	- Curto- circuito - Partes de um neurônio			

(continuação)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
<i>A_{e05}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendi a montar um circuito e o funcionamento. - Aprendi sobre os neurônios como os neurônios transmitem informações. 	<ul style="list-style-type: none"> - Montagem de circuito - Informações 	Os alunos demonstraram aprendizagem em relação ao conteúdo trabalhado, exceto uma aluna(E13) que esteve relutante durante a oficina.	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Sub_{Q7}</i> e - <i>Sub_{Q8}</i> 	Evidências de aprendizagem
<i>A_{e06}</i>	ALUNO NÃO COMPARECEU	N/C			
<i>A_{e07}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendi conceitos sobre eletricidade e suas fórmulas e como aplicar, e aprendi a montar um circuito. - Aprendi como a Neurociência é importante para o bom funcionamento do corpo e como os neurônios transmitem informações. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fórmulas - Importância da Neurociência 			
<i>A_{e08}</i>	ALUNO NÃO COMPARECEU	N/C			

(continuação)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
A_{e09}	- Aprendi a montar um circuito elétrico e como funciona. - Aprendi sobre o funcionamento do sistema nervoso e dos neurônios.	- Funcionamento - Sistema nervoso	Os alunos demonstraram aprendizagem em relação ao conteúdo trabalhado, exceto uma aluna(E13) que esteve relutante durante a oficina.	- Sub_{Q7} e - Sub_{Q8}	Evidências de aprendizagem
A_{e10}	- Aprendi a montar um circuito e como acontece um curto circuito. - Aprendi o que são neurônios e como funcionam.	- Montagem circuito - Neurônios			
A_{e11}	ALUNO NÃO COMPARECEU	N/C			
A_{e12}	- Aprendi a lei de Ohm, o que é cada componente da fórmula, como montar um circuito e como ele funciona. - Aprendi sobre a eletricidade no sistema nervoso e os neurônios.	- Componentes - Eletricidade no sistema nervoso			
A_{e13}	- Nada - Nada	Nada			

(conclusão)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
A_{e14}	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendi a lei de Ohm e como montar um circuito. - Aprendi profundamente sobre neurônios e como funciona a eletricidade neles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lei de Ohm - Neurônios e eletricidade 	Os alunos demonstraram aprendizagem em relação ao conteúdo trabalhado, exceto uma aluna(E13) que esteve relutante durante a oficina.	<ul style="list-style-type: none"> - Sub_{Q7} e - Sub_{Q8} 	Evidências de aprendizagem
A_{e15}	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendi sobre correntes elétricas, como funciona um circuito elétrico e sobre os teoremas de um circuito elétrico. - Aprendi sobre o funcionamento dos neurônios e a semelhança entre a Física e Neurociência nos circuitos elétricos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Correntes elétricas - Semelhança entre a Física e Neurociência 			

Fonte: Autora (2023)

Após a categorização inicial, um novo reagrupamento gerou as categorias finais, conforme Quadro 8.

Quadro 8 - Categorização final

CÓDIGO CATEGORIA INICIAL	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS	CATEGORIA FINAL
Pressupostos sobre Eletricidade e Neurociências (SubQ1, SubQ2)	14 <i>OBS: A aluna E13, demonstrou desinteresse em aprender.</i>	Variedade de percepções sobre seus conhecimentos prévios De modo geral, os 15 alunos que responderam a esta questão se manifestaram de forma imparcial sobre seus conhecimentos prévios a respeito do tema
Interesses sobre Eletricidade e Neurociência (SubQ3)	14 <i>OBS: A aluna E13, demonstrou desinteresse em aprender.</i>	Curiosidades sobre o tema De modo geral, metade dos alunos possuem inúmeras curiosidades sobre o tema, a maior curiosidade é o funcionamento e como surgiu os determinados temas da oficina.
Evidências de aprendizagem (SubQ7, SubQ8)	11 <i>OBS: 3 alunos não compareceram no pós-teste</i> <i>OBS: A aluna E13, demonstrou desinteresse em aprender.</i>	Aprendizagem significativa Esta categoria abrange evidências de aprendizagens significativas em relação ao conteúdo trabalhado

Fonte: Autora (2023)

5.2 Avaliação da oficina

Um questionário com três questões também foi compartilhado com os alunos presentes em sala de aula, para a identificação de como a oficina interdisciplinar pode auxiliar no ensino e aprendizagem de conceitos físicos. No total 20 alunos responderam o questionário aberto, as respostas do 1 ao 15 correspondem aos mesmos alunos que responderam a avaliação SQA, os outros 5 alunos não estiveram presentes no dia da aplicação do pré-teste sendo assim o pós-teste também não poderia ser respondido por eles. O quadro 9 representa as questões de avaliação da proposta.

Quadro 9 – Questões para avaliação da proposta

PERGUNTA	RESPOSTA
O que você mais gostou durante a implementação da oficina? Por quê?	
O que você mudaria nas atividades? Por quê?	
Dos recursos didáticos utilizados (simulação com o Phet colorado, modelos anatômicos impressos em 3D, experimento, e-book ou jogo), qual você mais gostou? Por quê?	

Fonte: Autora (2023)

Para auxiliar na codificação e construção das categorias, foram criadas sub questões de pesquisa e seus consequentes códigos, conforme o quadro 6 supracitado. Com o auxílio dos códigos são identificadas as unidades de registro e dá-se início ao processo de categorização inicial, inicialmente separadas por origem do material (questionário de avaliação) conforme o Quadro 10.

Quadro 10 - Categorização inicial

(continua)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
<i>Ap_{e01}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Gostei da maneira que os temas foram abordados pela discente, contendo simulador e até montagem de experimento. - Não mudaria nada. - Todos, porque foram objetivos e de fácil entendimento. 	- Abordagem dos conteúdos	Gostou de como os conteúdos foram abordados.	<i>Sub_{Q3}</i>	Participação ativa dos alunos
<i>Ap_{e02}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - A montagem do experimento e o simulador phet. - Não mudaria nada, pois foi um tempo de muito aprendizado e o jeito que a discente explica as coisas difíceis se tornam mais fáceis. - Gostei de todos, apenas o jogo que não participei, mas também achei bem interessante. 	Muito aprendizado	Achou interessante os experimentos no Phet e manualmente, além da forma como a pesquisadora explicou conceitos difíceis.	<i>Sub_{Q3}</i>	
<i>Ap_{e03}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Gostei muito da forma que foi passado o conteúdo pela discente, gostei dos slides, do jogo, dos materiais e principalmente do experimento. - Gostei de todas as atividades, não mudaria nada. - O experimento, é muito interessante ver como a eletricidade funciona. 	Estratégias didáticas	Gostou da transmissão do conteúdo.	<i>Sub_{Q5}</i>	

(continuação)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
<i>Ap_{e04}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - O experimento, pois é interessante aprender sobre eletricidade. - Nada. - Do jogo, pela competição. 	Competição	Achou interessante aprender sobre eletricidade.	<i>Sub_{Q6}</i>	Participação ativa dos alunos
<i>Ap_{e05}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - O tema da oficina e como foi aplicada, com jogos, slides, vídeos, etc. - Queria mais um jogo. - O experimento, foi algo novo e interessante. 	Tema da oficina	Gostou da variedade de atividades.	<i>Sub_{Q5}</i>	
<i>Ap_{e06}</i>	ALUNO NÃO COMPARECEU	N/C	-	-	
<i>Ap_{e07}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - A montagem do experimento. - Não mudaria nada. - O jogo, porque foi uma maneira legal de adquirir conhecimento de forma objetiva sem ser através de um quadro branco. 	Conhecimento de forma objetiva	Achou as atividades uma maneira objetiva de adquirir conhecimento.	<i>Sub_{Q6}</i>	Participação ativa dos alunos
<i>Ap_{e08}</i>	ALUNO NÃO COMPARECEU	N/C	-	-	

(continua)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
<i>Ap_{e09}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - O experimento. - Nada. - Experimento, foi algo diferente. 	O experimento	Preferiu o experimento	<i>Sub_{Q5}</i>	Participação ativa dos alunos
<i>Ap_{e10}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Gostei do phet e quando a gente montou o experimento. - Nada, estava tudo bem explicado. - Phet, pois manteve minha atenção na aula. 	Phet	Gostou da utilização do simulador Phet.	<i>Sub_{Q5}</i>	
<i>Ap_{e11}</i>	ALUNO NÃO COMPARECEU	N/C	-	-	-
<i>Ap_{e12}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Das explicações e na parte de dúvidas sobre o conteúdo, pois sou muito curioso e a discente sanou todas as minhas dúvidas. - Nada, pois estava maravilhoso e muito explicativo contendo desde jogos até impressões 3D. - O jogo, pois podemos tirar a famosa dúvida se aprendemos ou não o conteúdo dado. 	Explicações	Destacou o jogo como uma forma de verificar o aprendizado.	<i>Sub_{Q6}</i>	Participação ativa dos alunos
<i>Ap_{e13}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - O jogo usando o e-book. - Não mudaria nada. - O experimento, foi o mais desafiador. 	E-book	Gostou mais do jogo utilizando o e-book para responder às questões.	<i>Sub_{Q4}</i>	

(continuação)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
<i>Ap_{e14}</i>	<p>- Gostei muito das explicações da discente, sendo sempre muito clara. Também gostei das atividades por serem criativas e divertidas, assim nos passando aprendizado de maneira descontraída.</p> <p>- Não mudaria nada, tudo foi bem aplicado e passou o que precisávamos aprender.</p> <p>- Gostei muito do jogo porque foi super divertido, também gostei do experimento, porém esse foi um pouco mais complicado. O e-book era muito fofo e tinha uma leitura didática e legal.</p>	Explicações claras	Gostou das explicações claras e atividades criativas.	<i>Sub_{Q6}</i>	Participação ativa dos alunos
<i>Ap_{e15}</i>	<p>- Gostei da metodologia de ensino da discente, achei interessante e bem desenvolvida a temática e os slides.</p> <p>- Mais fotos e vídeos, mas gostei do jeito que foi feito os slides.</p> <p>- Gostei das impressões 3D, achei interessante os modelos impressos.</p>	Metodologia de ensino	Gostou da metodologia de ensino e da temática desenvolvida.	<i>Sub_{Q3}</i>	

(continuação)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
<i>Ap_{e16}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Gostei bastante das atividades, o experimento foi uma experiência muito legal para ver como funciona e o jogo para aprender. - Não mudaria nada. - Gostei bastante do experimento pois foi uma coisa nova e pude ver como funciona. 	Algo novo	Achou o experimento algo novo e gostou bastante.	<i>Sub_{Q5}</i>	Participação ativa dos alunos
<i>Ap_{e17}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Gostei da didática implementada. - Queria mais um jogo. - O experimento, foi divertido montar com os colegas. 	Didática implementada	Gostou da didática.	<i>Sub_{Q5}</i>	
<i>Ap_{e18}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Não participei de tudo por chegar sempre atrasada, mas gostei do experimento. - Não mudaria nada, gostei das atividades. - O experimento, foi uma atividade diferente. 	Atividades	Gostou do experimento.	<i>Sub_{Q5}</i>	
<i>Ap_{e19}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Gostei da parte prática, porque tive uma ótima experiência. - Mudaria apenas o tempo, pois gostaria de conhecer/aprender mais coisas. - O jogo, porque obtive muitos conhecimentos. 	Parte prática	Gostaria de mais tempo para aprender mais algumas coisas.	<i>Sub_{Q6}</i>	

(conclusão)

CÓDIGO CORPUS	UNIDADES DE REGISTRO	PALAVRA-CHAVE	INTERPRETAÇÃO	CÓDIGO CATEGORIA INICIAL (resposta à sub questão)	CATEGORIA INICIAL
<i>Ap_{e20}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - O jogo, porque me fez interagir mais com os colegas. - Nada, gostei de tudo. - Jogo, gostei de competir. 	Jogo	Preferiu o jogo por estimular a interação com os colegas.	<i>Sub_{Q6}</i>	Participação ativa dos alunos
<i>Ap_{e21}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Experimento e os modelos impressos em 3D. Achei legal e interessante. - Nada, pois eu gostei de todas. - Experimento, pois foi legal ver como funciona um sistema elétrico simples. 	Impressões 3D	Achou interessante o experimento e os modelos em impressões 3D.	<i>Sub_{Q5}</i>	
<i>Ap_{e22}</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades e atenção da docente dada aos alunos. - Nada, aulas super produtivas. - Experimento, gostei bastante. 	Aulas produtivas	Considerou as aulas produtivas e gostou da atenção dada pela pesquisadora.	<i>Sub_{Q5}</i>	
<i>Ap₂₃</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Gostei muito da montagem do experimento, achei bem interessante e divertido de fazer. - Nada, fiquei contente com as atividades. - Gostei mais do experimento, porque nunca tinha feito e achei legal. 	Diversão	Achou o experimento interessante e divertido.	<i>Sub_{Q5}</i>	

Fonte: Autora (2023)

Após a categorização inicial, um novo reagrupamento gerou as categorias finais, conforme Quadro 11.

Quadro 11 - Categorização final.

CÓDIGO CATEGORIA INICIAL	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS	CATEGORIA FINAL
Abordagem do tema da oficina (<i>Sub_{Q3}</i>)	3	<p>Avaliação de recursos didáticos na Oficina</p> <p>Esta categoria permite avaliar o nível de participação ativa e interesse dos alunos durante as atividades propostas na oficina.</p>
Efetividade do e-book como recurso didático (<i>Sub_{Q4}</i>)	1	
Eficácia do experimento como recurso didático (<i>Sub_{Q5}</i>)	10	
Impacto do jogo como recurso didático (<i>Sub_{Q6}</i>)	6	

Fonte: Autora (2023)

Esses resultados corroboram as ideias de Maman (2021), que afirma que recursos diferenciados devem fazer parte do dia a dia das aulas, pois, por meio deles, favorece-se a compreensão de fenômenos científicos que são observados no cotidiano.

5.3 Resultados

Nesta seção, descreve-se os resultados de análise a partir dos dados coletados. A coleta de dados referente à prática pedagógica se constitui de respostas de 15 e 20 alunos, sendo a avaliação SQA respondida por 15 alunos e o questionário final referente a avaliação da proposta respondido por 20 alunos. Para descrever os resultados, foram elaboradas quatro categorias finais: “**Variedade de percepções sobre seus conhecimentos prévios**”, “**Curiosidades sobre o tema**”, “**Evidência de Aprendizagem significativa**” e “**Avaliação de recursos didáticos na Oficina**”.

As categorias descrevem a variedade de percepções sobre os conhecimentos prévios dos alunos, suas curiosidades em relação ao tema da oficina, evidências de

aprendizagem significativa e também a avaliação dos recursos didáticos utilizados durante a implementação. Para uma melhor compreensão, as categorias serão discutidas nas subseções a seguir.

5.3.1 Variedade de percepções sobre seus conhecimentos prévios

A primeira categoria a ser discutida é denominada “Variedade de percepções sobre seus conhecimentos prévios” e foi originada a partir da categoria inicial “Pressupostos sobre Eletricidade e Neurociências”, analisada no Quadro 7. As respostas dos alunos indicaram uma variedade de percepções dos seus conhecimentos prévios sobre os temas abordados na oficina, desde alunos com conhecimentos mais do cotidiano até alunos que relataram um conhecimento prévio mais abrangente, mas que ainda assim tinham diversas dúvidas.

O conhecimento prévio desempenha um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Ausubel (1980, p. 137), o conhecimento prévio é “os subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz”. Os subsunçores são conceitos ou ideias que já estão presentes na estrutura cognitiva do aluno e que podem servir como base para a aprendizagem de novos conceitos.

Complementando a análise, é possível citar Jean Piaget (1977), que identificou quatro estágios de desenvolvimento cognitivo. O estágio que se enquadra para a seguinte pesquisa devido à idade dos alunos é o “estágio operacional formal”, onde os alunos são capazes de pensar de forma abstrata e hipotética. Ele é o quarto e último estágio do desenvolvimento cognitivo proposto por Piaget, onde ocorre por volta dos 11 anos de idade e se estende até a vida adulta.

Nesse estágio operacional formal, os indivíduos são capazes de pensar de forma abstrata, hipotética-dedutiva, hipotética e reflexiva. O pensamento abstrato é a capacidade de pensar sobre conceitos e ideias que não são concretos ou tangíveis. Esse pensamento ocorreu durante as respostas sobre seus conhecimentos prévios sobre os conteúdos a serem trabalhados. O pensamento hipotético-dedutivo é o processo de formular hipóteses e testá-las de forma lógica. Esse pensamento ocorreu durante a montagem do experimento, onde os alunos puderam formular hipóteses através da simulação e testá-las durante a montagem prática do experimento. O pensamento hipotético é a capacidade de pensar sobre possibilidades e cenários que não são reais. Esse pensamento ocorreu durante a apresentação dos modelos anatômicos impressos em 3D do cérebro e do neurônio, onde os alunos cogitaram a

hipótese de que o tamanho da impressão do neurônio era o tamanho real do mesmo. Por último, o pensamento reflexivo, ele é a capacidade de refletir sobre seus próprios pensamentos e processos de pensamento, o que lhes permite aprender com seus erros e melhorar seu próprio pensamento. Esse pensamento ocorreu durante o jogo de tabuleiro, onde ele foi feito justamente para revisar o conteúdo trabalho e os alunos puderam aprender com seus erros e reforçar o que já sabiam.

5.3.2 Curiosidades sobre o tema

A segunda categoria é denominada “Curiosidades sobre o tema” e foi originada a partir das respostas dos alunos diante da primeira aplicação da ferramenta cognitiva (SQ) sendo um pré-teste através de uma avaliação SQA. Os alunos puderam relatar suas curiosidades sobre o referido assunto através do “Q” da avaliação, sendo ele “O que eu quero saber”. As respostas dos alunos indicaram curiosidades partindo desde curiosidades sobre conceitos básicos até curiosidades sobre aplicações práticas.

A teoria de Ausubel, é uma teoria cognitivista e construtiva. É cognitivista ao tentar explicar o processo pelo qual o cérebro percebe, aprende, recorda e pensa sobre toda informação captada, e construtivista ao assumir que o processo de apreensão do conhecimento é evolutivo, um processo no qual o conhecimento atual é construído em cima de etapas prévias já acabadas (Filho, 2013).

De acordo com Filho (2013), as estratégias, como a ludicidade e as aulas práticas com experimentos, são formas de promover a aprendizagem ativa e construtiva. A ludicidade permite que os alunos aprendam de forma divertida e motivadora, enquanto as aulas práticas com experimentos permitem que eles experimentem e explorem o mundo ao seu redor, construindo novos conhecimentos a partir de suas próprias experiências.

A ludicidade se deu desde o primeiro momento quando foi apresentado aos alunos, modelos anatômicos impressos em 3D do cérebro e do neurônio. Dando sequência através de um e-book de história em quadrinhos sobre o conteúdo a ser trabalhado e também um jogo de tabuleiro. Essa ludicidade foi uma forma divertida de instigar cada vez mais a curiosidade dos alunos, além disso, foi uma forma descontraída de ensinar conteúdos complexos.

Através de experimento em simulador e o mesmo realizado de forma prática, sendo ele a montagem de um circuito elétrico simples, permitiu aos alunos experimentarem e vivenciarem os conceitos que estavam sendo aprendidos, além

disso, permitiu a compreensão dos conceitos de forma concreta e palpável. Além de ser uma forma estimulante de promover a aprendizagem, permitiu aos alunos desenvolverem o pensamento crítico.

A tese de Rosa (2011), tem como principal objetivo estudar a viabilidade de uma proposta didático-metodológica para as atividades experimentais em Física, que explicitem momentos de evocação do pensamento metacognitivo. Sendo assim, essa proposta de atividade estimula o pensamento crítico na interpretação dos resultados e a aplicação de habilidades de resolução de problemas na atividade além de promover o entendimento científico também promove as habilidades cognitivas dos alunos.

Os resultados sugerem que a utilização de recursos lúdicos variados e a interação entre os alunos e a pesquisadora puderam contribuir para o desenvolvimento e evidência de uma aprendizagem significativa, além disso, a prática pedagógica abordada também pode ser utilizada como um exemplo de como a teoria da aprendizagem significativa pode ser aplicada em sala de aula.

5.3.3 Evidências de Aprendizagem significativa

A terceira categoria é denominada “Evidências de Aprendizagem significativa” e foi originada a partir da última aplicação da avaliação SQA. O “A” na avaliação significa “O que eu aprendi”. Essa questão foi respondida no último dia de implementação, onde os alunos puderam destacar o que puderam aprender durante os encontros e a pesquisadora avaliar se houve evidências de uma aprendizagem significativa. Diante das respostas pode-se afirmar que há evidências de aprendizagem significativa, pois os alunos conseguiram aprender entre teoria e prática o que resultou em algo positivo tanto para eles, enquanto estudantes, quanto para a pesquisadora com resultados positivos.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (Moreira, 2012).

Na área da Física, o conceito de aprendizagem significativa tem sido amplamente utilizado para explicar como os alunos aprendem os conceitos científicos. De acordo com Moreira (2006), a aprendizagem significativa em Física ocorre quando

os alunos são capazes de relacionar os novos conceitos com seus conhecimentos prévios, de forma a construir uma estrutura cognitiva coerente e significativa. Existem alguns indicadores que podem ser utilizados para verificar se a aprendizagem é significativa. Dentre eles os que mais se destacam são: Retenção da informação, onde a informação é mais duradoura do que através da aprendizagem mecânica. Transferência da aprendizagem, que facilita o conhecimento para novas situações, e Aprendizagem ativa, que ocorre quando os alunos estão envolvidos ativamente no processo de aprendizagem.

No caso em questão, os alunos puderam relacionar seus conhecimentos prévios sobre Circuitos elétricos e Neurociência com o que aprenderam durante a oficina, e através dessa relação foi possível construir uma compreensão significativa, que não se limita à memorização de uma definição ou fórmula. A aprendizagem significativa pôde ser promovida através de estratégias de ensino utilizando materiais potencialmente significativos (Moreira, 2006), que puderam servir como recursos para estabelecer conexões entre os conceitos abordados na oficina e o conhecimento prévio dos alunos. Ao utilizar os materiais que despertaram o interesse e a curiosidade dos estudantes, foi possível criar um ambiente propício para a construção da compreensão significativa, além disso, facilitando o entendimento sobre os conteúdos de forma eficaz.

5.3.4 Avaliação dos recursos didáticos utilizados durante a implementação

A quarta categoria é denominada "Avaliação dos recursos didáticos utilizados durante a implementação" e foi originada a partir de um questionário que consiste em três perguntas a respeito de o que mais gostaram na oficina, o que mudariam e qual recurso didático mais lhes chamou atenção. As categorias iniciais que mais obtiveram ocorrências foram "Eficácia do experimento como recurso didático" com um total de 10 ocorrências e, "Impacto do jogo como recurso didático" com 6 ocorrências. As outras categorias iniciais que originaram esta categoria final, têm relação com o engajamento dos estudantes e a efetividade do e-book como recurso didático.

Os recursos didáticos utilizados na oficina foram potencialmente significativos para os alunos, com destaque para o experimento e o jogo. O experimento foi considerado um recurso eficaz para a compreensão dos conceitos, enquanto o jogo foi um recurso divertido que ajudou os alunos a revisar o conteúdo.

A primeira e segunda categorias obtiveram 14 ocorrências e 1 ocorrência negativa de um total de 15 respostas, pois uma aluna demonstrou desinteresse em aprender durante todos os encontros independente do recurso didático utilizado para o engajamento dos alunos. A terceira categoria obteve 11 ocorrências favoráveis, três alunos não compareceram no último encontro o qual foi aplicado o pós-teste, sendo assim não responderam o pós-teste e, uma aluna que demonstrou desinteresse. A quarta categoria obteve um total de 20 respostas, sendo 10 ocorrências favoráveis para o experimento como recurso didático que mais lhes chamou a atenção, 6 ocorrências favoráveis para o jogo, 3 ocorrências para o engajamento dos estudantes e 1 ocorrência para a efetividade do e-book como recurso didático.

A discussão sobre a curiosidade dos alunos, principalmente quando não têm conhecimento prévio sobre o conteúdo, pode ser relacionada à Base Nacional Comum Curricular e aos itinerários formativos do Novo Ensino Médio no contexto da ausência da disciplina de Física no 3º ano. A Física é uma disciplina que oferece uma compreensão aprofundada dos fenômenos naturais, tais como o conteúdo de circuitos elétricos abordado na implementação da oficina, sua ausência pode ser questionada quanto à possível perda de oportunidades para os alunos desenvolverem habilidades críticas e uma compreensão mais aprofundada sobre o conteúdo. A curiosidade dos alunos, quando respondida com termos mais amplos, destaca essa perda, devido à ausência de conhecimento prévio se torna crucial um ponto de partida para estimular a curiosidade e a busca da aprendizagem.

De acordo com Rosa (2011), no Ensino Médio, há necessidade de se trabalhar, inicialmente com roteiros mais diretivos, em que os alunos são orientados pelo professor e, aos poucos, vão se tornando mais extrovertidos. As atividades desenvolvidas para este estudo foram todas realizadas em grupos, cada aluno recebeu uma avaliação SQA no primeiro encontro e no último encontro receberam um questionário e suas respectivas avaliações SQA para ser respondida a última questão referente ao que aprenderam durante a oficina, ambos para serem respondidos individualmente. Durante as atividades foram utilizados recursos visuais já supracitados, aconteceu também uma roda de conversa para sanar dúvidas dos alunos, montagem de um experimento e um jogo de perguntas e respostas. No período de montagem do experimento e também do jogo, a função da pesquisadora foi apenas orientar possíveis dúvidas, já que os alunos receberam um roteiro o qual era autoexplicativo e no jogo poderiam consultar o e-book para facilitar as respostas.

De certa forma, a pesquisadora fazia a leitura das respectivas atividades, porém, a interpretação e a discussão deveriam ser realizadas com os colegas pois fazia parte do processo metacognitivo e da interação entre eles. Nas demais atividades a pesquisadora sempre se propôs a explicar e esclarecer todas e quaisquer inquietações entre os estudantes.

Para alguns grupos, o mais relevante foi o trabalho em grupo, pois muitas vezes não havia contato entre alguns colegas, além disso, as discussões em grupo sobre a montagem do experimento foi o suficiente para concluírem a atividade de forma rápida e prática sem a necessidade do uso do roteiro.

Durante a implementação da oficina interdisciplinar foram desenvolvidos os conteúdos específicos de Eletricidade e Neurociências com a turma, nesse caso a teoria de Vygotsky (2007) é pertinente, pois ela pode ser aplicada para entender como a interação social e a instrução podem influenciar o aprendizado de conceitos relacionados a tais conteúdos. No contexto da prática pedagógica descrita, estão evidentes diversos elementos da teoria de Vygotsky, especialmente no que se refere ao trabalho em grupo como estratégia didática. A coleta de dados do questionário revelou aspectos que refletem os princípios fundamentais dessa abordagem.

De acordo com Sousa, Miota e Carvalho (2011), a “Zona de Desenvolvimento Proximal” (ZDP), parece estar intrinsecamente ligada às dinâmicas dos grupos. A diferença entre o que um aluno pode realizar de forma autônoma e o que pode alcançar com a orientação da pesquisadora durante atividades em grupo é um indicativo claro dessa interação na ZDP. A prática de aprendizagem mediada, é outro princípio Vygotskyano, é evidenciada pelo papel ativo da pesquisadora como mediadora, orientando os alunos e esclarecendo dúvidas durante as atividades. A conversa usada para esclarecer dúvidas, as discussões em grupo e a interação entre os estudantes durante as atividades representam práticas que promovem o diálogo e a troca de ideias, essenciais para o desenvolvimento cognitivo.

Os resultados da análise indicam que a oficina foi uma experiência positiva e que os alunos aprenderam de maneira significativa com ela. As evidências de aprendizagem significativa obtidas através das respostas dos alunos indicam que eles conseguiram compreender os conceitos básicos abordados na oficina.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como foco a compreensão da interdisciplinaridade através da oficina “Como os Neurônios conversam entre si? A Física por trás da sinapse”. A utilização de uma abordagem de estudo de caso único integrado trouxe uma visão abrangente e detalhada das questões em estudo, através da coleta de dados a partir de diferentes fontes. A pesquisa teve o potencial de contribuir significativamente para o conhecimento sobre a implementação de intervenções educacionais interdisciplinares, bem como para o aprimoramento de futuras ações nessa área. Os resultados da pesquisa indicam que a oficina interdisciplinar foi uma experiência positiva para os alunos, com destaque para os recursos didáticos utilizados, como o experimento e o jogo. O experimento foi considerado um recurso eficaz para a compreensão dos conceitos, enquanto o jogo foi um recurso divertido que ajudou os alunos a revisar o conteúdo.

A análise dos resultados da pesquisa também sugere que a oficina contribuiu para o desenvolvimento cognitivo dos alunos, pois o trabalho em grupo também foi considerado um aspecto positivo, ele permitiu a interação entre os alunos. promoveu o diálogo e a troca de ideias. Isso está alinhado com os princípios da teoria de Vygotsky, que enfatiza a importância da interação social para a aprendizagem.

A pesquisa foi realizada com um número limitado de alunos, o que limita a generalização dos resultados. No entanto, os resultados são promissores e sugerem que a oficina interdisciplinar é uma estratégia que vale a pena ser investigada em estudos futuros, tal como, a oficina pode ser replicada em outras escolas, pois se mostrou uma estratégia eficaz para o ensino de conceitos de Eletricidade e Neurociência.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Luiza Helena de Freitas. A reforma do Ensino Médio e sua questionável concepção de qualidade da educação. **Educação em Análise**, v. 20, n. 57, p. 136-153, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/RKF694QXnBFGgJ78s8Pmp5x/>
Acesso: 12 de out. 2023

GUYTON, Arthur C. **Neurociência Básica: Anatomia e Fisiologia**. Barueri: Editora Guanabara Koogan, 1993.

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Pessate **Processos de Ensinagem na Universidade: pressupostos para estratégias de trabalho em aula**. 7. ed. Joinville: UNIVILLE, 2007.

ANDRADE, Paulo Estevão; PRADO, Paulo Sérgio T. do. Psicologia e Neurociência Cognitivas: Alguns avanços recentes e implicações para a educação. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 16, n. 1, p. 129-136, 2003. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/psicologia/article/view/3225> Acesso: 09 abr. 2023.

Ausubel, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1980. Disponível em: [A aquisição e a retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva \(uel.br\)](#) Acesso: 09 abr. 2023.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edição 70, 2020.

BENDER, William N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. 1 ed. Porto Alegre: Penso Editora, 2014.

BORGES GATTÁS, Maria Lúcia; FERREIRA FUREGATO, Antonia Regina. A interdisciplinaridade na educação. **Revista da Rede de Enfermagem do Nordeste**. v. 8, n. 1, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3240/324027956011.pdf> Acesso em: 19 de out. 2023

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da educação. Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> Acesso em: 24 mai. de 2023.

BROCKINGTON, G. Neurociência e Ensino de Física: limites e possibilidades em um campo inexplorado. **Rev. Bras. Ensino Fís.** 43 (Supl 1), 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0430> Acesso em: 09 abr. 2023.

CAMILO, Cíntia Moralles. Neuroscience and Learning in Science Teaching (Neurociência e Aprendizagem no Ensino de Ciências). **Journal of Education and Learning Research**, v. 7, n. 1, 2021, p. 31-38. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15721> Acesso em: 09 abr. 2023.

COSENZA, Ramon M.; GUERRA, Leonor B. **Neurociência e Educação: Como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed Editora. 2011.

DUARTE, Newton. **Vigotski e o “aprender a aprender”**: crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana. 1999. 300 f. Tese (Livre-docência) Universidade Estadual Paulista, Araraquara. Disponível em: <http://www.afoiceomartelo.com.br/posfsa/autores/Duarte,%20Newton/Vigotski%20e%20o%20Aprender%20a%20Aprender.pdf> Acesso: 26 de out. 2023

DUFOUR, Bárbara.; MAINGAIN, Alain. **Abordagens didáticas da Interdisciplinaridade**. Cidade: Lisboa, Portugal. Editora Instituto Piaget. 1ª Ed. 2008. Disponível em: https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppge/files/2010/11/FOUREZ_AbordagensInterdisciplinaridadeCap.-Iell.pdf. Acesso: 05 jun. 2023.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Interdisciplinaridade, **São Paulo**, v.1, n. 1, 2011.

GASPAR, Alberto. **Atividades experimentais no ensino de Física - Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. São Paulo: Editora Ática, 2014.

GAZZANIGA, Michael S.; IVRY, Richard B.; MANGUN, George R. **Neurociência cognitiva: A biologia da mente**. São Paulo: Artmed Editora, 2014.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

LAKATOS, Eva M. **Técnicas de Pesquisa**. São Paulo: Grupo GEN, 2021. E-book. ISBN 9788597026610. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597026610>. Acesso: 09 jun. 2023.

LENT, Roberto. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de Neurociência**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2010.

LOPES, Loyane Caldas. **O uso de recursos didáticos na motivação da aprendizagem em Ciências**. (Dissertação de mestrado, Licenciatura em Ciências Naturais) - Faculdade UNB Planaltina, Brasília, Distrito Federal, 2019. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/26811/1/2019_LoyaneCaldasLopes_tcc.pdf Acesso: 06 jun. 2023.

MAMAN, Andréia Spessatto de. **Uso de recursos experimentais e computacionais para o desenvolvimento do pensamento metacognitivo no ensino de física**. 2021. Monografia (Doutorado) – Curso de Ensino, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 30 abr. 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/3160>. Acesso: 26 out. de 2023

MORAES, Alex Silva de. **A Física do Sistema Nervoso**. GPET Física - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, 2015. Disponível em: <https://www3.unicentro.br/petfisica/2015/12/22/a-fisica-do-sistema-nervoso/> Acesso em: 12 abr. 2023.

MOREIRA, Marco Antônio *et al.* **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. São Paulo: Centauro Editora, 2006. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf> Acesso: 26 out. de 2023.

MOREIRA, Marco Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Revista cultural La Laguna Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso: 26 out. de 2023.

SOUSA, Robson Pequeno de; MOITA, Filomena M. C. da S. C.; CARVALHO, Ana Beatriz Gomes. **Tecnologias na educação**. Campina Grande: EDUEPB, 2011. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/6pdyn/pdf/sousa-9788578791247.pdf> Acesso: 26 out. de 2023.

NAXARA, Kelly; FERREIRA, Victor Silva. Implicações da Neurociência na Educação. **Revista de Pós Graduação Multidisciplinar**, v. 1, n. 1, p. 11-21, 2017. Disponível em: <http://fics.edu.br/index.php/rpgm/article/view/490> Acesso em: 09 abr. 2023.

OLIVEIRA, Maikson Gustavo Soares de *et al.* Neurociência e educação: um mapeamento sobre influências, conexões e desafios para o ensino-aprendizagem. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e21811122458, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/22458>. Acesso em: 24 mai. 2023.

PIAGET, Jean. **O nascimento da inteligência na criança**. Trad. Maria Luísa Lima. São Paulo: Mestre Jou, 1977, Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4676.pdf> Acesso: 26 de out. de 2023.

ROSA, Cleci Teresinha Wener da. **A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física**. 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/95261>.

Acesso: 26 de out. de 2023

SILVA, Raimunda Magalhães da *et al.* **Estudos qualitativos: enfoques teóricos e técnicas de coletas de informações**. Sobral: Edições UVA, 2018. 305p. Disponível em: <https://portais.univasf.edu.br/medicina-pa/pesquisa/producao-cientifica/experiencias-qualitativas-ebook>. Acesso: 06 jun. 2023.

SILVA, Lorena G. **Aprendizagem Baseada em Projetos: possibilidades e desafios em uma proposta para o ensino de ciências**. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade Federal do Pampa, 2023. Acesso: 06 jun. 2023.

SOUSA, Carlos Eduardo Batista; FREITAS, Priscila dos Santos Caetano de. The Connection Between Piaget's Theory and Cognitive Neuroscience in Physics Teaching. **Journal of Education and Learning Research**, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2022. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/4378>. Acesso em: 09 abr. 2023.

TREVISO, Vanessa Cristina. **As relações sociais para Jean Piaget: implicações para a educação escolar**- 2013. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras, Campus de Araraquara. Disponível em: https://agendapos.fclar.unesp.br/agenda-pos/educacao_escolar/2806.pdf

Vygotsky, Lev S. **A formação social da mente** (7th ed.). São Paulo: Martins Fontes, 2007. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3317710/mod_resource/content/2/A%20formacao%20social%20da%20mente.pdf
Acesso: 26 de out. de 2023

YIN, Robert K. **Estudo de caso**. [Porto Alegre]: Grupo A, 2015. *E-book*. ISBN 9788582602324. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788582602324>. Acesso: 05 jun. 2023.

APÊNDICE A – Termo de Anuência



Trabalho de Conclusão de Curso II

TERMO DE ANUÊNCIA

Declaro, para os devidos fins, que estou de acordo com a execução da pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso II intitulada "Como os Neurônios Conversam entre Si? A Física por trás da sinapse" na EEEM Dr. Carlos Antônio Kluwe. As atividades desenvolvidas são de responsabilidade da discente Katyany Silveira de Goes e da orientadora Profa. Rosana Cavalcanti Maia Santos, vinculadas ao curso de Licenciatura em Física, da Universidade Federal do Pampa, campus Bagé.

Nome: GLAUCE COELHO VARGAS

Cargo: DIRETORA

Bagé, 03 de outubro de 2023.

Glaucelinhavargas

Assinatura e carimbo

Glauce Coelho Vargas
DIRETORA
ID. FUNC. 3769674/01

APÊNDICE B – Avaliação SQA



Trabalho de Conclusão de Curso II

COMO OS NEURÔNIOS CONVERSAM ENTRE SI? A FÍSICA POR TRÁS DA SINAPSE

Discente: Katyany Silveira de Goes

Orientadora: Profa. Dra. Rosana Cavalcanti Maia Santos

Curso: Licenciatura em Física

Avaliação SQA

Este questionário foi concebido para que possamos identificar como uma oficina interdisciplinar pode auxiliar no ensino e aprendizagem de conceitos físicos. A sua identidade será mantida em absoluto sigilo e os dados coletados serão utilizados apenas para fins de pesquisa. Ao responder você estará ciente das condições de participação na presente pesquisa. Quaisquer informações adicionais podem ser obtidas através dos e-mails:

katyanycgoes.aluno@unipampa.edu.br - Katyany Silveira de Goes

rosanasantos@unipampa.edu.br - Rosana Cavalcanti Maia Santos

Nome / Identificação do aluno: _____

1- O que você sabe sobre Neurociências?

Responda sobre seus conhecimentos prévios em relação ao assunto em questão.

2- O que você quer saber sobre Neurociências?

Deve escrever suas curiosidades sobre o tema.

3- O que aprendi?

São os conhecimentos adquiridos a partir da intervenção. Essa questão só será respondida ao final da oficina.



Trabalho de Conclusão de Curso II

COMO OS NEURÔNIOS CONVERSAM ENTRE SI? A FÍSICA POR TRÁS DA SINAPSE

Discente: Katyany Silveira de Goes

Orientadora: Profa. Dra. Rosana Cavalcanti Maia Santos

Curso: Licenciatura em Física

Avaliação SQA

Este questionário foi concebido para que possamos identificar como uma oficina interdisciplinar pode auxiliar no ensino e aprendizagem de conceitos físicos. A sua identidade será mantida em absoluto sigilo e os dados coletados serão utilizados apenas para fins de pesquisa. Ao responder você estará ciente das condições de participação na presente pesquisa. Quaisquer informações adicionais podem ser obtidas através dos e-mails:

katyanygoes.aluno@unipampa.edu.br - Katyany Silveira de Goes

rosanasantos@unipampa.edu.br - Rosana Cavalcanti Maia Santos

Nome / Identificação do aluno: _____

1- O que você sabe sobre Circuitos elétricos?

Responda sobre seus conhecimentos prévios em relação ao assunto em questão.

2- O que você quer saber sobre Eletricidade?

Deve escrever suas curiosidades sobre o tema.

3- O que aprendi?

São os conhecimentos adquiridos a partir da intervenção. Essa questão só será respondida ao final da oficina.

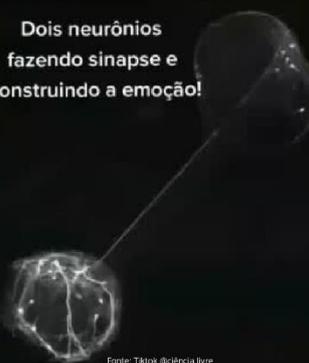
APÊNDICE C – Questionário para avaliação da oficina



CIRCUITOS ELÉTRICOS NOS NEURÔNIOS

OS CIRCUITOS ELÉTRICOS NOS NEURÔNIOS SÃO FUNDAMENTAIS PARA A TRANSMISSÃO DE SINAIS ELÉTRICOS E INFORMAÇÕES NO SISTEMA NERVOSO.

Dois neurônios fazendo sinapse e construindo a emoção!



APRENDIZAGEM

A NEUROCIÊNCIA TEM MOSTRADO QUE A APRENDIZAGEM ENVOLVE A FORMAÇÃO DE NOVAS CONEXÕES ENTRE OS NEURÔNIOS, CHAMADAS SINAPSES, E QUE ESSAS CONEXÕES PODEM SER FORTALECIDAS OU ENFRAQUECIDAS, DEPENDENDO DA EXPERIÊNCIA.



Fonte: TikTok @ciencia.livre

APRENDIZAGEM

A PLASTICIDADE SINÁPTICA É O PROCESSO PELO QUAL AS CONEXÕES ENTRE OS NEURÔNIOS DO CÉREBRO SÃO MODIFICADAS EM RESPOSTA A EXPERIÊNCIAS DE APRENDIZAGEM.



Fonte: TikTok @ciencia.livre

APRENDIZAGEM

OS ESTUDOS TAMBÉM MOSTRAM QUE A APRENDIZAGEM ENVOLVE A ATIVAÇÃO DE VÁRIAS ÁREAS DO CÉREBRO, INCLUINDO O CÓRTEX PRÉ-FRONTAL, O HIPOCAMPO E O CEREBELO, ENTRE OUTROS. ESSAS ÁREAS ESTÃO ENVOLVIDAS NO PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO, NA FORMAÇÃO DE MEMÓRIAS E NO CONTROLE DO MOVIMENTO.

Cérebro 3D:

<https://www.brainfacts.org/3d-brain#intro=false&focus=Brain>

CIRCUITO ELÉTRICO

UM CIRCUITO ELÉTRICO NA FÍSICA É UM SISTEMA DE COMPONENTES ELÉTRICOS, COMO RESISTORES, BATERIAS, INTERRUPTORES E FIOS CONDUTORES, QUE ESTÁ CONECTADO DE TAL FORMA QUE PERMITE A CIRCULAÇÃO DE CORRENTE ELÉTRICA. A LEI DE OHM DESCREVE A RELAÇÃO BÁSICA ENTRE A CORRENTE ELÉTRICA (I), A TENSÃO (V) E A RESISTÊNCIA (R) EM UM CIRCUITO ELÉTRICO.

[HTTPS://PHET.COLORADO.EDU/SIMS/HTML/CIRCUIT-CONSTRUCTION-KIT-AC-VIRTUAL-LAB/LATEST/CIRCUIT-CONSTRUCTION-KIT-AC-VIRTUAL-LAB_ALL.HTML?LOCALE=PT_BR](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab_all.html?locale=pt_br)

CIRCUITO ELÉTRICO

A LEI DE OHM AFIRMA QUE A CORRENTE ELÉTRICA QUE PASSA POR UM COMPONENTE É DIRETAMENTE PROPORCIONAL À TENSÃO APLICADA E INVERSAMENTE PROPORCIONAL À RESISTÊNCIA DO COMPONENTE. ISSO SIGNIFICA QUE, EM UM CIRCUITO COM UMA RESISTÊNCIA CONSTANTE, SE A TENSÃO AUMENTAR, A CORRENTE TAMBÉM AUMENTARÁ, E VICE-VERSA. POR OUTRO LADO, SE A RESISTÊNCIA AUMENTAR, A CORRENTE DIMINUIRÁ PARA UMA TENSÃO DADA.

[HTTPS://PHET.COLORADO.EDU/SIMS/HTML/OHMS-LAW/LATEST/OHMS-LAW_ALL.HTML?LOCALE=PT_BR](https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_all.html?locale=pt_br)

OS CIRCUITOS ELÉTRICOS NOS NEURÔNIOS E O CIRCUITO ELÉTRICO DESCRITO PELA LEI DE OHM

ELES TÊM ALGUMAS SEMELHANÇAS CONCEITUAIS, MAS SÃO, NA VERDADE, FENÔMENOS DIFERENTES DE NATUREZA ELÉTRICA E FUNCIONAM EM ESCALAS DISTINTAS.

OS CIRCUITOS ELÉTRICOS NOS NEURÔNIOS E O CIRCUITO ELÉTRICO DESCRITO PELA LEI DE OHM

SEMELHANÇAS CONCEITUAIS:

- CIRCUITOS ELÉTRICOS EM NEURÔNIOS: OS NEURÔNIOS CONDUZEM IMPULSOS ELÉTRICOS ATRAVÉS DE SEUS AXÔNIOS PARA TRANSMITIR INFORMAÇÕES DENTRO DO SISTEMA NERVOSO. ISSO ENVOLVE A PROPAGAÇÃO DE SINAIS ELÉTRICOS NA FORMA DE POTENCIAIS DE AÇÃO AO LONGO DA MEMBRANA CELULAR DOS NEURÔNIOS.
- LEI DE OHM: A LEI DE OHM DESCREVE A RELAÇÃO ENTRE A CORRENTE ELÉTRICA (I), A TENSÃO (V) E A RESISTÊNCIA (R) EM UM CIRCUITO ELÉTRICO. ELA É UMA REGRA FUNDAMENTAL QUE SE APLICA A MUITOS TIPOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS, INCLUINDO AQUELES QUE ENVOLVEM A CONDUÇÃO DE ELETRICIDADE ATRAVÉS DE MATERIAIS CONDUTORES.

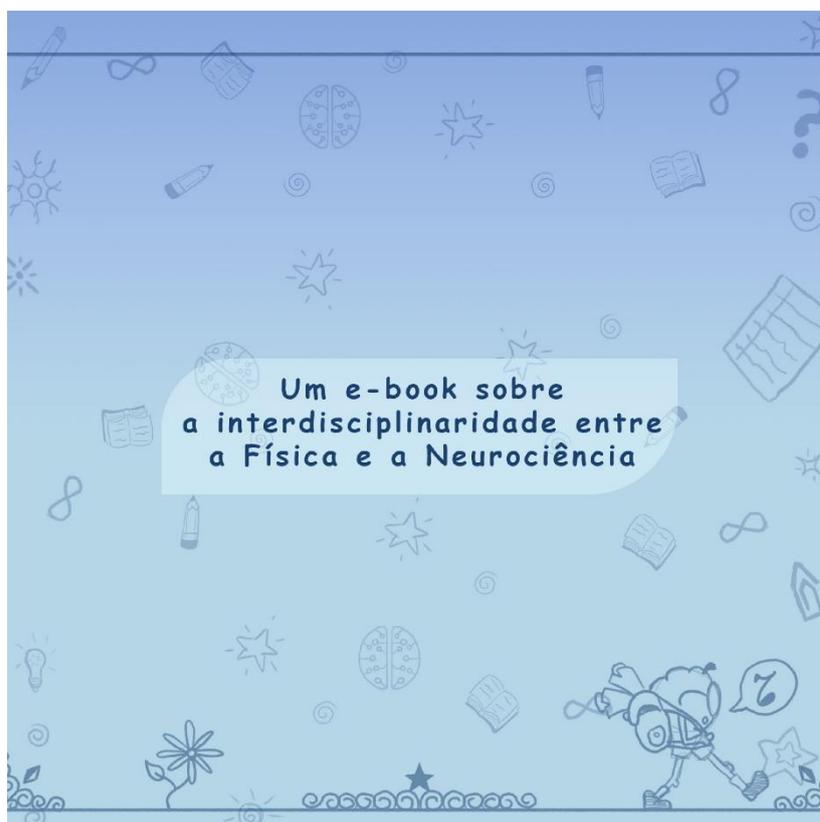
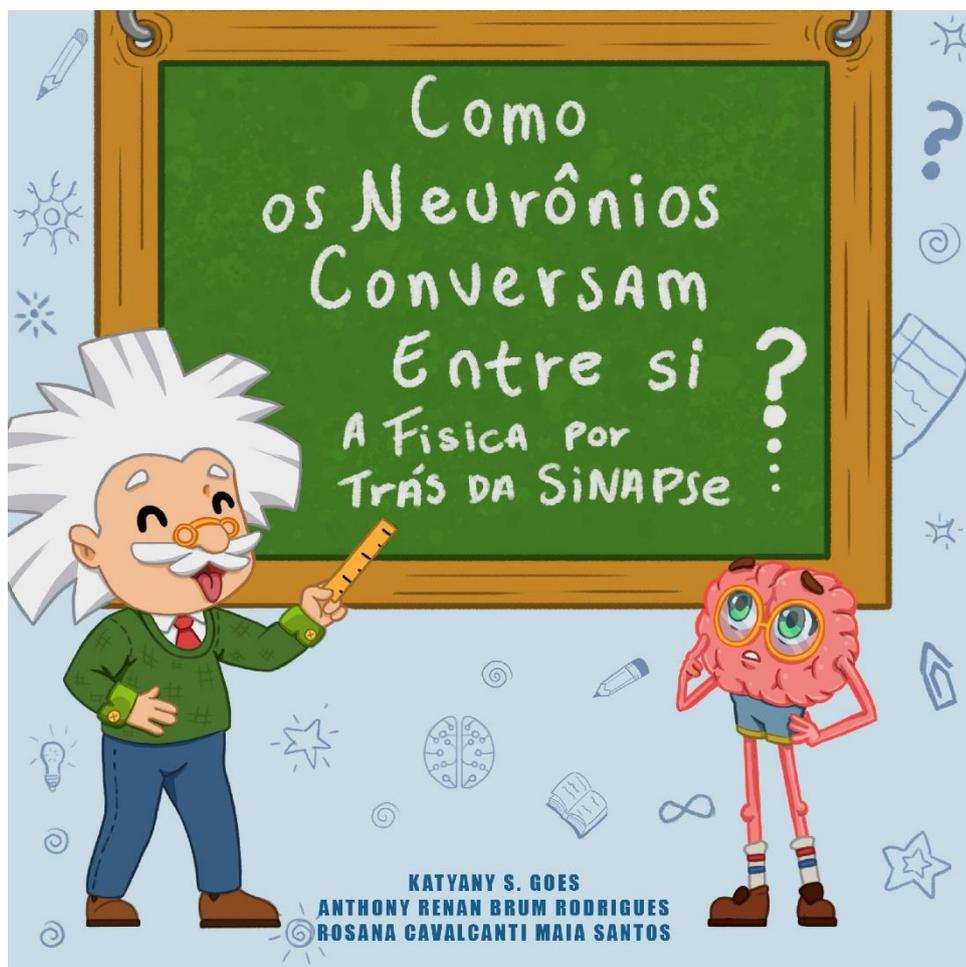
CONCLUSÃO

EMBORA EXISTAM ALGUMAS ANALOGIAS CONCEITUAIS ENTRE OS CIRCUITOS ELÉTRICOS NOS NEURÔNIOS E OS CIRCUITOS ELÉTRICOS DESCRITOS PELA LEI DE OHM, ELES REPRESENTAM FENÔMENOS ELÉTRICOS MUITO DIFERENTES. OS CIRCUITOS NOS NEURÔNIOS SÃO ALTAMENTE ESPECIALIZADOS E COMPLEXOS, ENVOLVENDO PROCESSOS BIOLÓGICOS E INTERAÇÕES MOLECULARES, ENQUANTO A LEI DE OHM É UMA REGRA QUE DESCREVE A RELAÇÃO SIMPLES ENTRE TENSÃO, CORRENTE E RESISTÊNCIA EM CIRCUITOS ELÉTRICOS CONVENCIONAIS.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, P. E.; PRADO, P. S. T. PSICOLOGIA E NEUROCIÊNCIA COGNITIVAS: ALGUNS AVANÇOS RECENTES E IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO. PSICOLOGIA: REFLEXÃO E CRÍTICA, V. 16, N. 1, P. 129-136, 2003. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://REVISTAS.UFPR.BR/PSICOLOGIA/ARTICLE/VIEW/3225](https://revistas.ufpr.br/psicologia/article/view/3225)

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. FUNDAMENTOS DE FÍSICA, VOLUME 2: GRAVITAÇÃO, ONDAS E TERMODINÂMICA. 10. ED. - [REIMPR.]. - RIO DE JANEIRO: LTC, 2022.

APÊNDICE D – História em quadrinhos de autoria própria



Autores

KATYAN Y S. GOES

ROSANA CAVALCANTI MAIA SANTOS

ANTHONY RENAN BRUM RODRIGUES

Ilustração

Daniel Castilho Aragão

Projeto Gráfico e Diagramação

Daniel Castilho Aragão

Objetivo

Este e-book tem como objetivo oferecer um caminho fascinante pelo mundo do sistema nervoso, demonstrando de forma clara e didática os seus componentes, sua intercomunicação e a importância da Física por trás da sinapse. Pretende-se levar conhecimento a estudantes interessados em ciências, desvendando os segredos dos neurônios através das sinapses, esclarecendo suas bases e aplicações no contexto escolar, que desempenha um papel essencial no aprendizado e no conhecimento.

Descrição da Atividade

Os alunos serão convidados a embarcar em uma jornada esclarecedora para entender a estrutura dos neurônios e a Física por trás das sinapses. Através de explicações detalhadas, ilustrações e exemplos práticos.

Resultados esperados

Espera-se que seja possível adquirir um entendimento sólido sobre a estrutura do sistema nervoso, compreender o conceito de sinapse e apreciar a importância crucial da Física por trás desse processo. Através dessa compreensão, acredita-se que os leitores estarão mais bem preparados para o processo ensino-aprendizagem, compreendendo melhor o funcionamento do sistema nervoso em um contexto maior.

Ao final da leitura, é destacada a relevância da interdisciplinaridade entre a Física e a Neurociência. Essa sinergia entre as áreas do conhecimento contribui significativamente para uma melhor compreensão do funcionamento do sistema nervoso, permitindo aos alunos um olhar mais amplo e aprofundado sobre o mundo que nos cerca.

-Neurô é um órgão muito curioso. Físico é um cientista especializado em Física e Neurociência.



Neurô está se sentindo inquieto e com muitas dúvidas sobre como as coisas funcionam onde ele vive.



Físico encontra Neurô confuso.



Olá!
Eu me chamo Físico e posso ajudá-lo a entender como tudo acontece.

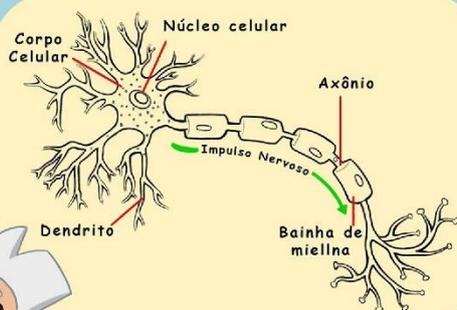


Vou começar mostrando um neurônio e explicar sua estrutura.



Oba!
Vou anotar tudo.

Neurônio e sua estrutura



Neurônios são as unidades básicas do sistema nervoso, responsáveis pela transmissão e processamento de informações. Eles são células especializadas em transmitir sinais elétricos e químicos, permitindo a comunicação entre diferentes partes do corpo.



A estrutura de um neurônio é composta pelos seguintes elementos principais:
Corpo celular: Parte central do neurônio com o núcleo e organelas vitais.
Dendritos: Prolongamentos ramificados que recebem sinais de outros neurônios ou células sensoriais.
Axônio: Estrutura alongada que conduz sinais elétricos do corpo celular para outros neurônios, músculos ou glândulas.
Terminações sinápticas: Extremidades do axônio onde ocorre a comunicação entre neurônios através da liberação de neurotransmissores.



Incrível!
Mas o que é sinapse?

Deixe-me explicar.

Sinapse

Diagram illustrating the structure of a synapse. It shows a presynaptic neuron (Neurônio pré-sináptico) with a terminal axon (Terminal Axônico) and a postsynaptic neuron (Neurônio pós-sináptico) with dendrites (Dendritos). The connection point is labeled as the synapse (Sinapse). A green arrow indicates the propagation of the nerve impulse (Propagação do impulso nervoso) from the presynaptic neuron towards the postsynaptic neuron.

A sinapse é uma conexão especializada entre dois neurônios ou entre um neurônio e uma célula alvo, como uma célula muscular ou glandular. É por meio das sinapses que os neurônios se comunicam e transmitem informações de um para o outro.

A sinapse é essencial para a transmissão de informações entre neurônios. Os neurônios se comunicam quimicamente, liberando neurotransmissores nas terminações sinápticas. Os neurotransmissores atravessam a fenda sináptica e se ligam a receptores no neurônio pós-sináptico, causando mudanças em seu potencial elétrico. Isso determina se o sinal será transmitido adiante na rede neural. A sinapse permite a integração e processamento de informações, coordena funções do organismo e é fundamental para a aprendizagem e memória.

Uau, existe Física por trás da Sinapse?

Na sinapse, diversos princípios físicos estão envolvidos no processo de transmissão de informações entre neurônios.

Princípios físicos presentes na sinapse

Oba! Estou curioso!



Veja!

Eletroquímica: Combinação de sinais elétricos e químicos. O potencial de ação elétrico gera a comunicação elétrica dentro do neurônio e desencadeia a liberação de neurotransmissores.



Difusão: Neurotransmissores se movem pela fenda sináptica, seguindo um gradiente de concentração.

Receptores e ligação química: Neurotransmissores se ligam a receptores no neurônio pós-sináptico, modificando sua permeabilidade e potencial elétrico.

Potencial pós-sináptico: Alterações elétricas no neurônio pós-sináptico que podem ser excitatórias ou inibitórias.

Plasticidade sináptica: Capacidade das sinapses de mudarem sua eficácia ao longo do tempo, essencial para a aprendizagem e memória. Influenciada por mudanças físicas e na disponibilidade de receptores



Nesse caso, é possível aplicar a Lei de Ohm?



A Lei de Ohm pode ser aplicada ao fluxo de íons durante as sinapses. Vamos esclarecer como isso acontece.



A Lei de Ohm é uma lei fundamental da eletricidade que descreve a relação entre tensão (diferença de potencial), corrente elétrica e resistência em um circuito elétrico. A equação geral da Lei de Ohm é representada por:

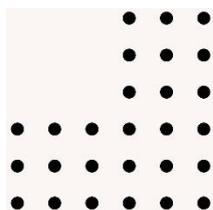
$$V = I * R$$







APÊNDICE E – Conversa para sanar dúvidas

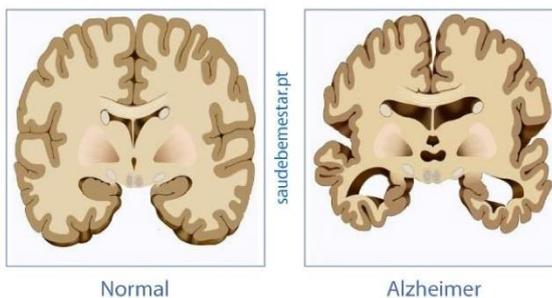


QUESTÕES SOBRE NEUROCIÊNCIA



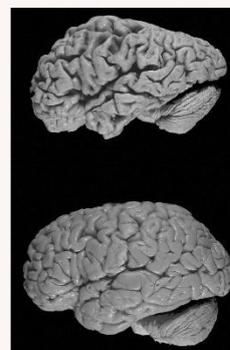
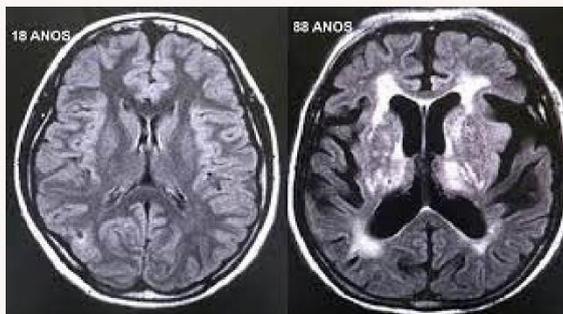
Como o sistema nervoso se comporta normalmente em situações de doença e envelhecimento?

Por exemplo, em doenças neurodegenerativas como o Alzheimer, ocorre uma perda progressiva de células nervosas e funções cognitivas.



Como o sistema nervoso se comporta normalmente em situações de doença e envelhecimento?

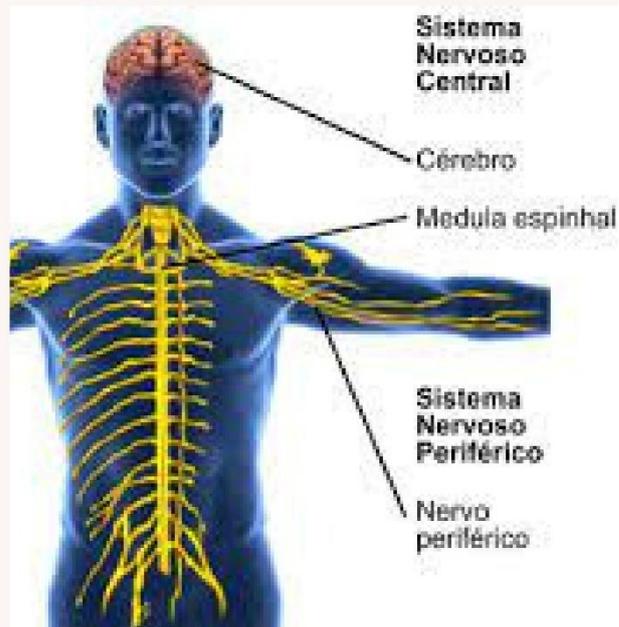
Alterações devido o envelhecimento: diminuição de irrigação sanguínea cerebral, diminuição do oxigênio pelos neurônios e do número de neurônios no córtex cerebral, modificações nas conexões entre neurônios e diminuição dos neurotransmissores.



Fonte: <https://cienciahoje.org.br/artigo/ressonancia-e-envelhecimento-cerebral/>

Como a Neurociência funciona, como surgiu e o que é?

A Neurociência é o estudo do sistema nervoso, que inclui o cérebro, a medula espinhal e os nervos periféricos.



Fonte: https://midia.ufp.br/empresou/edefor/EnainoBiologia/Fisio_2011_2012/Fisiologia_v2_semana02.pdf

Como a Neurociência funciona, como surgiu e o que é?

A neurociência surgiu de várias disciplinas, incluindo biologia, psicologia, medicina e filosofia.

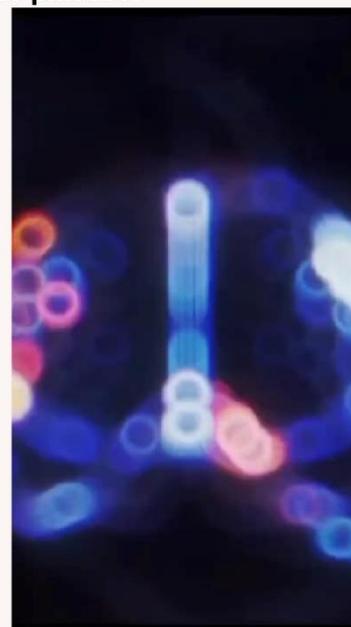


Fontes: <https://tekmedicshamorski.com.br/?log/como-interpretar-um-eletronecefalograma>
<https://saudeid.com.br/blog/como-e-feita-uma-ressonancia-magnetica-do-cranio>

- • • • • Como o cérebro dá comandos para o corpo, efeito placebo?

- • • • •
- •

- • O cérebro controla o corpo por meio de um sistema complexo de comunicação neural. Os neurônios (células nervosas) transmitem sinais elétricos e químicos que viajam ao longo do sistema nervoso para controlar funções motoras, sensoriais e cognitivas. O cérebro emite comandos para o corpo por meio de impulsos nervosos que ativam músculos, glândulas e outros órgãos.



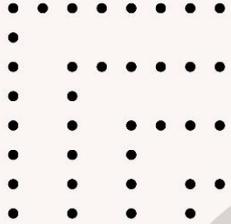
- • • • • Como o cérebro dá comandos para o corpo, efeito placebo?

- • • • •
- •

- • O efeito placebo é um fenômeno em que uma substância inerte ou tratamento sem eficácia real melhora a condição de um paciente devido à crença de que o tratamento é eficaz.



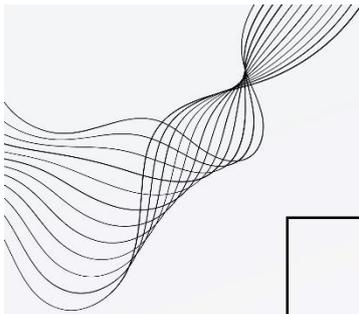
Fonte: <https://br.psicologia-online.com/fo-sus-e-e-efeto-placebo-e-como-eis-funciona-961.html>



Por que é difícil criar tecnologias e meios de reconstruir o sistema nervoso?

RECONSTRUIR O SISTEMA NERVOSO É UMA TAREFA INCRIVELMENTE COMPLEXA DEVIDO À SUA ESTRUTURA INTRINCADA E À DIVERSIDADE DE FUNÇÕES QUE DESEMPENHA. ALÉM DISSO, O SISTEMA NERVOSO CENTRAL, QUE INCLUI O CÉREBRO E A MEDULA ESPINHAL, TEM LIMITE DE CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO EM COMPARAÇÃO COM OUTROS TECIDOS DO CORPO.

OUTRA DIFICULDADE É A PRECISÃO NECESSÁRIA PARA RECONNECTAR NEURÔNIOS E RESTAURAR A FUNCIONALIDADE. A INTERFACE ENTRE AS TECNOLOGIAS ELETRÔNICAS E O SISTEMA NERVOSO É COMPLEXA, REQUERENDO AVANÇOS SIGNIFICATIVOS EM NEUROENGENHARIA. HÁ TAMBÉM QUESTÕES ÉTICAS ENVOLVIDAS NA MANIPULAÇÃO DO SISTEMA NERVOSO QUE PRECISAM SER CONSIDERADAS.



QUESTÕES SOBRE ELETRICIDADE



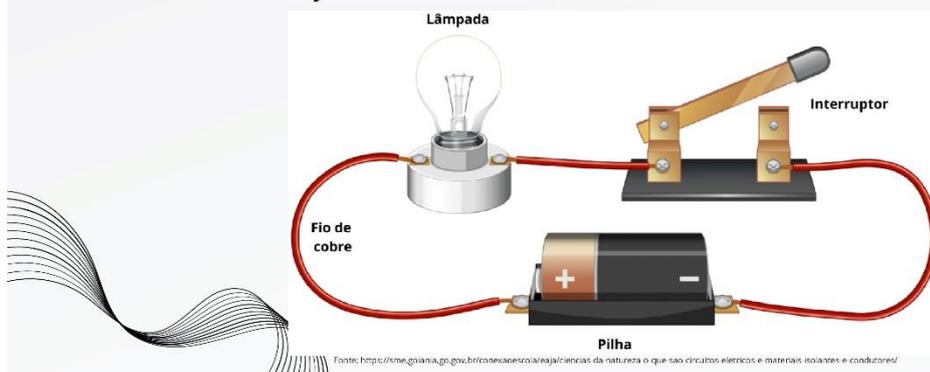
COMO FUNCIONA A ELETRICIDADE?

A ELETRICIDADE É UMA FORMA DE ENERGIA RESULTANTE DO MOVIMENTO DOS ELÉTRONS. OS ELÉTRONS SÃO PARTÍCULAS SUBATÔMICAS QUE CIRCULAM EM TORNO DOS NÚCLEOS DOS ÁTOMOS. QUANDO HÁ UM DESEQUILÍBRIO NA QUANTIDADE DE ELÉTRONS EM UM OBJETO OU MATERIAL, ISSO GERA UMA DIFERENÇA DE POTENCIAL ELÉTRICO, QUE É A BASE PARA O FLUXO DE CORRENTE ELÉTRICA. ESSA CORRENTE FLUI DO LOCAL COM EXCESSO DE ELÉTRONS PARA O LOCAL COM DEFICIÊNCIA, CRIANDO UM CIRCUITO ELÉTRICO.

Como fazer uma ligação elétrica?

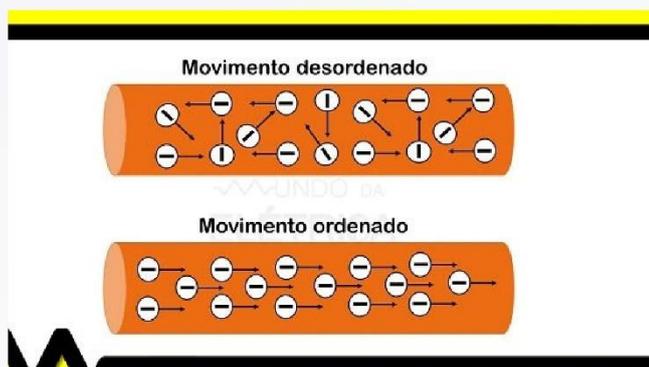
Para fazer uma ligação elétrica, você geralmente precisa dos seguintes componentes:

- Fonte de energia, como uma bateria ou uma tomada elétrica.
- Fios condutores para conduzir a eletricidade.
- Componentes elétricos, como lâmpadas, interruptores, etc.
- Conectar os fios aos componentes elétricos de acordo com o circuito desejado.



Como funciona a passagem da corrente elétrica?

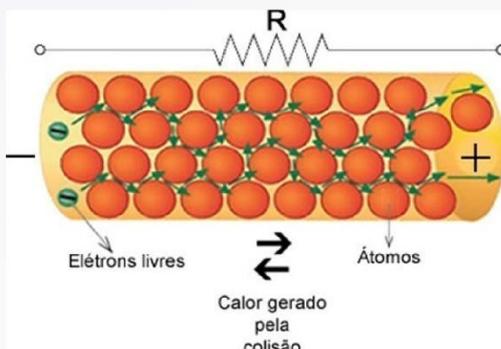
A corrente elétrica é o movimento ordenado de elétrons ao longo de um condutor, como um fio metálico. Ela ocorre quando há uma diferença de potencial elétrico entre dois pontos no circuito. Os elétrons fluem da área de alta tensão para a área de baixa tensão, criando um fluxo contínuo de carga elétrica.



Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/principais-caracteristicas-da-corrente-eletrica/>

Como é transportada até uma resistência?

A eletricidade é transportada até uma resistência da mesma forma que é transportada ao longo de qualquer condutor elétrico, como um fio. Quando a corrente elétrica passa por uma resistência, parte da energia elétrica é convertida em calor devido ao atrito entre os elétrons e as partículas do material.



Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/que-e-resistencia-eletrica/>

Exemplos de eletricidade na natureza, tipos de eletricidade e eletricidade no corpo humano:



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Eletricidade>

Eletricidade na natureza: Relâmpagos são um exemplo de eletricidade na natureza, resultantes de descargas elétricas atmosféricas. Também existe eletricidade em organismos vivos, como os peixes-elétricos e alguns tipos de águas-vivas, que podem gerar choques elétricos para caça ou defesa.

Tipos de eletricidade: Existem vários tipos de eletricidade, incluindo a eletricidade estática (quando cargas elétricas se acumulam em um objeto sem se mover), eletricidade de corrente contínua (CC) e eletricidade de corrente alternada (CA) que são usadas na geração e distribuição de energia elétrica.



Fonte: <http://www.mundodanetlica.com.br/o-que-e-eletricidade/>

Eletricidade no corpo humano: O corpo humano também utiliza eletricidade para diversas funções. O sistema nervoso transmite sinais elétricos entre as células nervosas para controlar os músculos, órgãos e processos sensoriais. Isso é fundamental para funções como o movimento muscular e a percepção sensorial.

ENERGIA DE CONDUÇÃO ELÉTRICA:

A ENERGIA DE CONDUÇÃO ELÉTRICA REFERE-SE À ENERGIA ASSOCIADA À PASSAGEM DE CORRENTE ELÉTRICA POR UM CIRCUITO. ESSA ENERGIA PODE SER TRANSFORMADA EM DIVERSAS FORMAS, COMO LUZ (EM LÂMPADAS), CALOR (EM AQUECEDORES), TRABALHO MECÂNICO (EM MOTORES ELÉTRICOS), ENTRE OUTROS. A QUANTIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA CONSUMIDA DEPENDE DA POTÊNCIA DO DISPOSITIVO E DO TEMPO DURANTE O QUAL A CORRENTE ELÉTRICA FLUI. GERALMENTE, A ENERGIA ELÉTRICA É MEDIDA EM UNIDADES COMO WATT-HORA (WH) OU QUILOWATT-HORA (KWH) EM APLICAÇÕES PRÁTICAS.

APÊNDICE F – Prática experimental

Introdução a Circuitos Elétricos usando Protoboard e LED

Um circuito elétrico é uma configuração fechada de componentes elétricos interconectados que permite a passagem de corrente elétrica. Nesta aula, vamos aprender a montar um circuito simples utilizando uma protoboard, um LED e um resistor, enquanto exploramos algumas grandezas físicas envolvidas.

- A protoboard é uma placa com furos interconectados eletricamente, que possibilita montar circuitos de forma rápida e temporária, dispensando soldagem. Os fios podem ser inseridos nos furos para criar conexões elétricas entre os componentes, agilizando a prototipagem e experimentação de circuitos.

- O LED é um componente semicondutor que emite luz quando atravessado por corrente elétrica. Ele converte energia elétrica em luz visível e é usado para indicar estados, sinais luminosos e até como fonte de luz em dispositivos variados.

- O resistor é um componente passivo que restringe o fluxo de corrente elétrica. Sua função é controlar a quantidade de corrente em um circuito, ajustando a tensão. Isso é especialmente crucial ao usar LEDs, já que um resistor pode limitar a corrente no LED, evitando danos.

Fios de conexão são condutores elétricos que estabelecem ligações entre os componentes do circuito. Eles transmitem corrente elétrica e garantem as conexões corretas, sendo essenciais para criar circuitos elétricos funcionais.

As Grandezas Físicas envolvidas são:

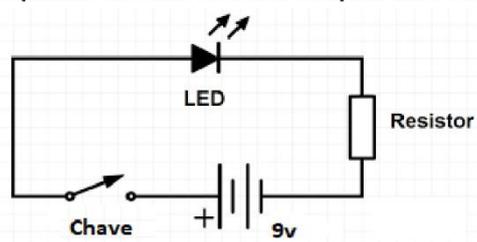
- Tensão (Voltagem): A tensão é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos em um circuito. Ela é medida em Volts (V).
- Corrente Elétrica: A corrente elétrica é o movimento de cargas elétricas por um circuito. Sua unidade de medida é o Ampere (A).
- Resistência: A resistência é a obstrução ao fluxo da corrente elétrica. Ela é quantificada em Ohms (Ω).

- **Montagem do Circuito:**

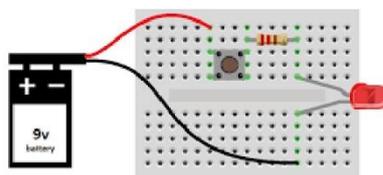
Materiais Necessários:

- Fonte de alimentação 9v (Pode ser uma bateria);
- LED difuso de qualquer cor;
- Interruptor (Pode ser um Push Button);
- Resistor 330 Ohms;
- Fio condutor;
- Protoboard.

Esquema Circuito Elétrico Simples com Led:



Montagem: Circuito Simples com LED na Protoboard



Passo 1: Coloque o LED na protoboard. Observe que o LED possui um terminal mais longo (ânodo) e um terminal mais curto (cátodo).

Passo 2: Coloque o Interruptor (Push Button) conectado ao led.

Passo 3: Conecte um fio da faixa de trilhos positivos da protoboard ao terminal mais longo (ânodo) do LED.

Passo 4: Conecte um fio da faixa de trilhos negativos da protoboard ao terminal mais curto (cátodo) do LED.

Passo 5: Insira o resistor na protoboard, conectando-o a um trilho negativo e a uma faixa de trilhos adjacentes.

Passo 6: Conecte o outro lado do resistor ao mesmo trilho positivo ao qual o ânodo do LED está conectado.

Passo 7: Conecte a fonte de alimentação positiva a um trilho positivo da protoboard.

Passo 8: Conecte a fonte de alimentação negativa a um trilho negativo da protoboard.

O LED deve acender, indicando que a corrente elétrica está fluindo através dele. o resistor atua como uma espécie de "regulador", limitando a corrente a um nível seguro para o LED. Isso é importante porque os LEDs são sensíveis a correntes elevadas e podem queimar se forem submetidos a uma corrente acima do seu limite.

- Conclusão:

A Lei de Ohm é um princípio fundamental da eletricidade que descreve como a corrente elétrica, a tensão e a resistência estão interligadas em um circuito elétrico. Ela estabelece que a corrente em um componente é diretamente proporcional à tensão aplicada e inversamente proporcional à resistência do componente. A fórmula matemática da Lei de Ohm é $I = V/R$, onde I é a corrente elétrica em Amperes (A), V é a tensão elétrica em Volts (V) e R é a resistência elétrica em Ohms (Ω). Essa lei é essencial para projetar e entender circuitos elétricos, mostrando como a corrente se comporta em relação à tensão.

Na Neurociência, fenômenos elétricos estão envolvidos na atividade neuronal. Os neurônios transmitem sinais elétricos através de suas membranas em um processo chamado potencial de ação. Nessa comparação, a tensão elétrica pode ser associada ao potencial de membrana do neurônio, a corrente elétrica à corrente iônica que flui por canais iônicos nas membranas neuronais, e a resistência elétrica à resistência iônica da membrana. Embora essa analogia seja útil para ilustrar conceitos básicos da transmissão neuronal, a Neurociência é muito mais complexa, envolvendo uma ampla gama de fatores além do alcance da Lei de Ohm.

*** Se der tempo, sugerir que através dos circuitos montados, os alunos calculem a corrente que passa pelo LED usando a Lei de Ohm.**

APÊNDICE G – Jogo educativo

NeuroQuiz

Descrição do jogo: O NeuroQuiz é um jogo educativo projetado para ajudar os alunos a compreender os componentes do sistema nervoso, suas interações e a Física por trás deles. Os jogadores serão desafiados com perguntas relacionadas à saúde e bem estar, Neurociência e Física.

Regras do jogo: O jogo consiste em uma série de perguntas de múltipla escolha, os jogadores poderão se dividir em grupos de 4 a 6 pessoas.

Para começar a jogar, gire a roleta. Algum tema de pergunta será sorteado aleatoriamente entre Física, Neurociência, Saúde e bem estar, Coringa. A pergunta terá quatro opções de resposta. A escolha deve ser feita em 30 segundos.

Quando a roleta parar no coringa, o jogador pode escolher o tema para a questão.

Uma resposta certa indica que poderá responder mais uma pergunta, e assim sucessivamente até 3 perguntas seguidas, acertando 3 perguntas seguidas ganhará um ícone de determinado tema. Quando cometer um erro será a vez do outro jogador e é preciso esperar até que ele responda para jogar de novo.

Ganha o jogo quem conseguir mais ícones ao final do jogo.

Ao fim do jogo espera-se que os alunos tenham conseguido:

- Entender o processo de sinapse.
- Adquirir conhecimento sobre a relação entre a Física e a Neurociência.
- Reconhecer a importância desses conceitos no contexto do processo de ensino-aprendizagem.

Perguntas - Física

Pergunta 1: Qual é a fórmula que representa a Lei de Ohm?

- a) $V = I / R$ b) $R = V / I$ c) $I = R / V$ d) $P = V \times I$

Pergunta 2: Se a resistência (R) em um circuito elétrico aumentar, o que acontecerá com a corrente (I), mantendo a voltagem (V) constante?

- a) A corrente aumentará.
b) A corrente diminuirá.
c) A corrente permanecerá a mesma.
d) A corrente se tornará zero.

Pergunta 3: Qual é a unidade de medida da resistência elétrica?

- a) Ohm (Ω) b) Watt (W) c) Ampère (A) d) Voltagem (V)

Pergunta 4: Se a voltagem (V) em um circuito permanecer constante e a resistência (R) diminuir, o que acontecerá com a corrente (I)?

- a) A corrente aumentará.
b) A corrente diminuirá.
c) A corrente permanecerá a mesma.
d) A corrente se tornará negativa.

Pergunta 5: Se a corrente elétrica (I) em um circuito for de 2 amperes (A) e a resistência (R) for de 4 ohms (Ω), qual será a voltagem (V) nesse circuito?

- a) 6 volts (V)
b) 8 volts (V)
c) 2 volts (V)
d) 0,5 volts (V)

Pergunta 6: A Lei de Ohm descreve a relação entre qual das seguintes grandezas elétricas?

- a) Voltagem (V) e Corrente (I)
b) Voltagem (V) e Resistência (R)
c) Corrente (I) e Resistência (R)
d) Voltagem (V) e Potência (P)

Perguntas- Neurociência

Pergunta 1: Qual é a célula fundamental do sistema nervoso responsável por transmitir informações?

- a) Glia
- b) Mitocôndria
- c) Neurônio
- d) Eritrócito

Pergunta 2: Qual é a função principal dos dendritos em um neurônio?

- a) Transmitir sinais elétricos para outros neurônios
- b) Armazenar energia para o neurônio
- c) Receber sinais elétricos de outros neurônios
- d) Produzir neurotransmissores

Pergunta 3: O que é uma sinapse?

- a) Um tipo de neurotransmissor
- b) Uma célula do sistema nervoso
- c) Uma junção funcional entre dois neurônios
- d) Uma substância que isoladamente conduz sinais elétricos

Pergunta 4: Qual das seguintes opções descreve melhor a transmissão de informações em uma sinapse química?

- a) A informação é transmitida como um sinal elétrico direto entre neurônios.
- b) A informação é transmitida por moléculas chamadas neurotransmissores.
- c) A informação é transmitida por ondas sonoras.
- d) A informação é transmitida por impulsos luminosos.

Pergunta 5: O que são neurotransmissores?

- a) Células nervosas especializadas na produção de energia.
- b) Moléculas que transmitem informações de um neurônio para outro na sinapse.
- c) Pequenos ossos no ouvido médio.
- d) Estruturas que ajudam na condução de impulsos elétricos no neurônio.

Pergunta 6: Qual é o papel da mielina em um neurônio?

- a) Aumentar a velocidade de condução do impulso nervoso.
- b) Converter sinais elétricos em sinais químicos.
- c) Controlar o fluxo de íons na sinapse.
- d) Produzir neurotransmissores.

Perguntas - Saúde e bem estar

Pergunta 1- O que estuda a Neurociência?

- a) Doenças
- b) O sistema nervoso
- c) Astronomia
- d) Ciência

Pergunta 2- Qual das seguintes não é uma doença neurológica?

- a) Diabetes
- b) Alzheimer
- c) Parkinson
- d) Epilepsia

Pergunta 3- Qual técnica é frequentemente usada para monitorar a atividade cerebral em tempo real?

- a) Ultrassonografia
- b) Ressonância magnética funcional (fMRI)
- c) Radiografia
- d) Endoscopia

Pergunta 4- Como a neurociência contribui para a promoção do bem-estar?

- a) Estudando as estrelas
- b) Desenvolvendo novas receitas culinárias
- c) Compreendendo o funcionamento do cérebro em relação ao bem-estar
- d) Investigando vulcões

Pergunta 5- O que é a neuroplasticidade?

- a) A capacidade do cérebro de se adaptar e se recuperar após lesões
- b) A capacidade de resistir a lesões cerebrais
- c) Uma técnica cirúrgica
- d) Um tipo de medicamento

Pergunta 6- Como a neurociência contribui para a educação?

- a) Estudando o clima
- b) Compreendendo como o cérebro processa informações para otimizar a aprendizagem
- c) Criando novos brinquedos educativos
- d) Investigando o fundo do oceano

APÊNDICE H – Questionário para avaliação da oficina



Trabalho de Conclusão de Curso II

COMO OS NEURÔNIOS CONVERSAM ENTRE SI? A FÍSICA POR TRÁS DA SINAPSE

Discente: Katyany Silveira de Goes

Orientadora: Profa. Dra. Rosana Cavalcanti Maia Santos

Curso: Licenciatura em Física

Questionário

Este questionário foi concebido para que possamos identificar como uma oficina interdisciplinar pode auxiliar no ensino e aprendizagem de conceitos físicos. A sua identidade será mantida em absoluto sigilo e os dados coletados serão utilizados apenas para fins de pesquisa. Ao responder você estará ciente das condições de participação na presente pesquisa. Quaisquer informações adicionais podem ser obtidas através dos e-mails:

katyanygoes.aluno@unipampa.edu.br - Katyany Silveira de Goes

rosanasantos@unipampa.edu.br - Rosana Cavalcanti Maia Santos

Nome / Identificação do aluno: _____

1- O que você mais gostou durante a implementação da oficina? Por quê?

2- O que você mudaria nas atividades? Por quê?

3- Dos recursos didáticos utilizados (simulação com o Phet colorado, modelos anatômicos impressos em 3D, experimento, e-book ou jogo), qual você mais gostou? Por quê?