



**PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional**



**Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Biológicas**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA -  
PROFBIO**

**LUSMAR GOMES DE OLIVEIRA DOS ANJOS**

**ENSINO DO SISTEMA NERVOSO SENSITIVO POR MEIO DE UMA  
ABORDAGEM INVESTIGATIVA: UMA ANÁLISE SOBRE O ENSINO POR  
INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA**

**Brasília**

**fevereiro de 2024**

**LUSMAR GOMES DE OLIVEIRA DOS ANJOS**

**ENSINO DO SISTEMA NERVOSO SENSITIVO POR MEIO DE UMA  
ABORDAGEM INVESTIGATIVA: UMA ANÁLISE SOBRE O ENSINO  
POR INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA.**

Dissertação de Mestrado submetida ao curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), na Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: ensinando órgãos e sistemas nos vertebrados.

Orientadora: Profa. Dra. Alice Melo Ribeiro.

**Brasília**  
**fevereiro de 2024**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

GA599e Gomes de Oliveira dos Anjos , Lusmar  
ENSINO DO SISTEMA NERVOSO SENSITIVO POR MEIO DE UMA  
ABORDAGEM INVESTIGATIVA: UMA ANÁLISE SOBRE O ENSINO POR  
INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA. / Lusmar Gomes de  
Oliveira dos Anjos ; orientador Alice Melo Ribeiro. --  
Brasília, 2024.  
61 p.

Dissertação(Mestrado Profissional em Ensino de Biologia)  
-- Universidade de Brasília, 2024.

1. Ensino por investigação.. 2. Ensino do sentido da  
dor.. 3. Ensino do sistema nervoso. . 4. Sequência didática.  
. I. Melo Ribeiro, Alice, orient. II. Título.

# UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFBIO ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL (PROFISSIONAL)

Ata Nº: 042/2024

Aos vinte e sete dias do mês de março do ano de dois mil e vinte e quatro, instalou-se a banca examinadora de Dissertação de Mestrado do(a) aluno(a) Lusmar Gomes de Oliveira dos Anjos, matrícula 210039361. A banca examinadora foi composta pelos professores Dr(a). Marcos Antônio dos Santos Silva Ferraz/Examinador(a) Interno(a)/UnB, Dr(a). Deise Barreto Dias/Examinador(a) Externo(a)/IFB, Dr(a). Cristiane Rodrigues Menezes Russo/Suplente/UnB e Dr(a). Alice Melo Ribeiro/UnB, orientador(a)/presidente. O(A) discente apresentou o trabalho intitulado “Ensino do sistema nervoso sensitivo através de metodologia investigativa: uma análise sobre o ensino por investigação no ensino de Biologia”.

Concluída a exposição, procedeu-se a arguição do(a) candidato(a), e após as considerações dos examinadores o resultado da avaliação do trabalho foi:

- Pela aprovação do trabalho;
- Pela aprovação do trabalho, com revisão de forma, indicando o prazo de até 30 dias para apresentação definitiva do trabalho revisado;
- Pela reformulação do trabalho, indicando o prazo de **(Nº DE MESES)** para nova versão;
- Pela reprovação do trabalho, conforme as normas vigentes na Universidade de Brasília.

Conforme os Artigos 34, 39 e 40 da Resolução 0080/2021 - CEPE, o(a) candidato(a) não terá o título se não cumprir as exigências acima.

Dr.(a) Marcos Antônio dos Santos Silva Ferraz, UnB  
Examinador(a) Interno(a)

Dr.(a) Deise Barreto Dias, IFB  
Examinador(a) Externo(a) à Instituição

Dr.(a) Cristiane Rodrigues Menezes Russo, UnB  
Suplente

Dr.(a) Alice Melo Ribeiro, UnB  
Presidente

Lusmar Gomes de Oliveira dos Anjos  
Mestrando



Documento assinado eletronicamente por **Alice Melo Ribeiro, Professor(a) de Magistério Superior do Instituto de Ciências Biológicas**, em 27/03/2024, às 11:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Antonio dos Santos Silva Ferraz, Professor(a) de Magistério Superior do Instituto de Ciências Biológicas**, em 01/04/2024, às 15:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Lusmar Gomes de Oliveira dos Anjos, Usuário Externo**, em 03/04/2024, às 20:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Deise Barreto Dias, Usuário Externo**, em 03/04/2024, às 20:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Silviene Fabiana de Oliveira, Coordenador(a) Substituto(a) de Curso de Pós-Graduação do Instituto de Ciências Biológicas**, em 04/04/2024, às 10:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.unb.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.unb.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **11078029** e o código CRC **1FB85185**.

## AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Daiane, e minha filha, Laura, pelo apoio inabalável, compreensão e paciência ao longo do percurso. Este trabalho é dedicado a vocês, fontes inesgotáveis de inspiração e suporte.

Aos meus pais por toda a dedicação ao longo da minha trajetória de estudos e por me mostrarem que a educação é necessária para mudarmos a nossa realidade e nos tornarmos pessoas melhores.

À minha orientadora, Alice, pela disponibilidade, incentivo, orientação e sabedoria compartilhada ao longo deste mestrado.

Ao professor Christiano Gati, por estar presente na orientação desde o início deste trabalho, e, apesar de não poder continuar, suas orientações foram de suma importância para o desenvolvimento de toda a pesquisa.

Aos professores do PROFBIO da UnB, pelos ensinamentos, suporte e direcionamento durante todo o curso.

À Escola Estadual Teotônio Brandão Vilela, pela parceria no desenvolvimento da pesquisa e aos estudantes protagonistas deste estudo.

À turma de mestrado, pelas trocas de conhecimento e pelo apoio mútuo ao longo do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001, pelo fomento concedido ao curso, que proporciona o fortalecimento da educação e pesquisa no Brasil.

## RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade de Brasília - UnB
Mestrando: Lusmar Gomes de Oliveira dos Anjos
Título do TCM: Ensino do sistema nervoso sensitivo por meio de uma abordagem investigativa: uma análise sobre o ensino por investigação no ensino de biologia.
Data da defesa: 27/03/2024
<p>Como um produto do sistema de ensino público, alcançar o mestrado representa para mim muito mais do que uma simples conquista acadêmica. É um testemunho vivo da resiliência, determinação e da capacidade de superação que são cultivadas nas salas de aula e corredores das escolas públicas.</p> <p>Os desafios foram muitos, as noites em viagens de João Pinheiro-MG à Brasília, conciliar os estudos e os trabalhos acadêmicos com a vida de professor, encontrar tempo para compartilhar com a família, enfim muitos foram os desafios. Cada desafio superado ao longo da minha jornada educacional foi uma oportunidade de crescimento e aprendizado, moldando-me não apenas como um estudante, mas como um ser humano. A satisfação que sinto por finalizar o mestrado é uma mistura de gratidão pela educação de qualidade que recebi e orgulho pelo trabalho árduo que me trouxe até este ponto.</p> <p>No PROFBIO, tive a oportunidade de buscar uma diversificação na forma de trabalhar com meus estudantes, de desenvolver novas didáticas de ensino, de conhecer novas perspectivas sobre a educação e de reinventar a forma de lidar com as diferenças entre os estudantes e a forma como eles se posicionam sobre o ensino.</p> <p>Agradeço profundamente à equipe do programa pela oportunidade de aprofundar meus conhecimentos em Biologia e educação e pelo suporte e orientação constantes ao longo do curso. Cada momento vivido no PROFIBIO contribuiu para meu crescimento profissional e me inspirou a buscar novos horizontes no campo da Biologia e da pesquisa educacional. Sou imensamente grato por tudo que aprendi com meus colegas e professores ao longo dessa jornada, que certamente fez e fará com que minhas aulas tenham sempre uma abordagem diferente colocando o ensino por investigação sempre como abordagem de ensino, fazendo com que minhas aulas tenham uma metodologia de ensino diferente e capaz de fazer com que os estudantes produzam conhecimento.</p>

## RESUMO

O presente trabalho buscou associar a metodologia de ensino por investigação com o tema sobre constituição e funcionamento do sistema nervoso sensitivo. O ensino por investigação foi utilizado para propor uma metodologia de ensino alternativa e capaz de despertar o interesse dos estudantes junto com o conhecimento do sistema nervoso, que, por muitas vezes, é considerado extenso e complexo de entender. A pesquisa foi desenvolvida com uma abordagem do tipo qualitativa e buscou a análise do desenvolvimento dos estudantes durante uma sequência didática investigativa sobre como funciona a interpretação do sentido da dor pelo sistema nervoso. Inicialmente, foi proposto um questionário a fim de coletar as concepções iniciais dos estudantes sobre o funcionamento da dor, depois foi desenvolvida uma sequência didática investigativa onde foram propostas questões problemas aos estudantes, que levantaram hipóteses para essas questões, posteriormente, os estudantes realizaram pesquisas a fim de comprovarem suas hipóteses. Para concluir a investigação foi pedido aos estudantes para desenvolverem uma forma de divulgação de todo o processo realizado por eles durante a pesquisa. Ao final foi realizada uma roda de conversa a fim de buscar informações e compartilhamento entre os estudantes sobre seu aprendizado sobre o sentido da dor e suas impressões sobre o ensino por investigação. A coleta dos dados da pesquisa foi feita por meio de diário de bordo e foi realizada uma análise qualitativa dos dados. Foi possível concluir que a partir das mudanças das concepções iniciais em relação as conclusões finais, perante a participação do estudantes nas etapas da pesquisa e através de relatos na roda de conversa final que a sequência didática utilizando o ensino por investigação obteve êxito em fazer com que os estudantes produzissem conhecimento sobre o funcionamento do sentido da dor. Também foi possível observar que é necessário que o sistema de ensino tenha uma atenção maior com essa temática tão importante no cotidiano das pessoas.

**Palavras-chave:** Sistema Nervoso Sensorial, sentido da dor, ensino de Biologia, ensino por investigação, sequência didática.



## ABSTRACT

The present work aimed to associate the inquiry-based teaching methodology with the theme of the constitution and functioning of the sensitive nervous system. Inquiry-based teaching was used to propose an alternative teaching methodology capable of arousing students' interest, along with knowledge of the nervous system, which is often considered extensive and complex to understand. The research was conducted with a qualitative approach and sought to analyze the development of students during an investigative didactic sequence on how the interpretation of the sense of pain by the nervous system works. Initially, a questionnaire was proposed to collect students' initial conceptions about pain functioning. Then, an investigative didactic sequence was developed where problem questions were proposed to the students, who formulated hypotheses for these questions. Subsequently, the students conducted research to verify their hypotheses. To conclude the investigation, students were asked to develop a means of disseminating the entire process they conducted during the research. Finally, a group discussion was held to seek information and sharing among the students about their learning regarding the sense of pain and their impressions of inquiry-based teaching. Data collection for the research was done through a logbook, and a qualitative analysis of the data was conducted. It was possible to conclude that, based on the changes from initial conceptions to final conclusions, through students' participation in the research stages and through reports in the final group discussion, the didactic sequence using inquiry-based teaching succeeded in enabling students to produce knowledge about the functioning of the sense of pain. It was also observed that there is a need for the education system to pay greater attention to this important theme in people's daily lives.

**Keywords:** Sensory Nervous System, sense of pain, Biology teaching, inquiry-based teaching, didactic sequence.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO .....	11
2.2 ENSINO DO SISTEMA NERVOSO E SENTIDO DA DOR .....	18
3 OBJETIVOS DO TRABALHO .....	23
3.1. OBJETIVO GERAL .....	23
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
4 METODOLOGIA.....	24
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	24
4.2 OS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	24
4.3 ETAPAS DA PESQUISA .....	24
4.4 COLETA DE DADOS.....	26
4.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	26
5 PRODUTO .....	28
6 CRITÉRIOS ÉTICOS .....	32
7 RESULTADOS .....	33
7.1 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO PRÉVIO .....	33
7.2. ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DE HIPÓTESES E DAS CONCLUSÕES DAS SITUAÇÕES PROBLEMAS .....	36
7.3 RODA DE CONVERSA FINAL .....	41
8 DISCUSSÃO.....	46
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	60
REFERÊNCIAS .....	9
APÊNDICES .....	14

## 1 INTRODUÇÃO

A compreensão da dor vai além da percepção física, abrangendo aspectos psicológicos, filosóficos e espirituais. Em um contexto em que a ciência desvenda suas complexidades neurobiológicas, surge o interesse em explorar suas dimensões emocionais e existenciais. O ensino por investigação emerge como uma abordagem pedagógica desafiadora, capaz de estimular o interesse e a reflexão crítica do estudante sobre a dor. Este trabalho investiga a utilização dessa abordagem em aulas de Biologia utilizando o sentido da dor como tema, buscando compreender suas implicações educacionais e sua contribuição para uma visão holística da dor.

É importante que as atitudes e conhecimentos das pessoas em relação à ciência devam ocorrer desde a pouca idade, especialmente desde o ensino fundamental, fazendo com que o estudante tenha um desenvolvimento científico Roden e Ward (2010), que consiste em fazer com que o estudante desenvolva a capacidade de questionar, explorar e procurar procedimentos para solucionar questões utilizando a ciência. Assim, o ensino por investigação pode ser uma alternativa para que o professor possa despertar no estudante o desenvolvimento científico, tornando-o um sujeito ativo na construção do seu conhecimento e conseqüentemente na sua formação como cidadão.

Como entende Trivelato e Tonidandel (2015), dentro do ensino de Biologia é necessário desenvolver sequências didáticas com técnicas de investigação diferenciadas para evitar que determinado processo de ensino se torne muito longo com certa temática e, dessa forma, promover uma aprendizagem eficaz e que venha aperfeiçoar a utilização do tempo de ensino. Para Freitas, Motta e Mello-Carpes (2015), é necessário que o professor instaure condições que faça com que o estudante consiga desenvolver sua inteligência, e não somente uma memorização, esse condicionamento pode ocorrer pela proposição de uma sequência didática.

A qualidade do aprendizado dos estudantes é crucial para o seu desenvolvimento acadêmico e pessoal, e o professor desempenha um papel fundamental nesse processo. Professores que se empenham em proporcionar uma educação de qualidade, e não apenas transmitem conhecimentos, mas também inspiram, motivam e moldam o pensamento crítico dos estudantes.

É necessário que o professor esteja atento e preparado para desenvolver e utilizar metodologias de ensino atuais capazes de ajudar na construção do conhecimento do estudante.

Os professores devem atuar como facilitadores e adotar novas metodologias de ensino que venham a contribuir para um processo de aprendizagem mais eficiente (Brito; Fireman, 2018).

Utilizar o ensino por investigação para elaborar uma sequência didática pode ser um diferencial para que a construção do aprendizado por parte dos estudantes possa acontecer de maneira eficaz e menos complicada. Diversificar a metodologia de ensino é importante e necessário, pois, como sugere Silva e Mauad (2013), é importante que professores incorporem novas metodologias de ensino que induzam ações reflexivas pelos estudantes.

A utilização da abordagem investigativa está embasado, segundo Scarpa e Campos (2018), na utilização de estratégias didáticas em que os estudantes atuem de forma ativa, interativa e colaborativa. Esse tipo de ensino busca que o aluno construa seu aprendizado por meio da resolução de questões e problemas. Ainda segundo as autoras, os objetivos do ensino por investigação é propiciar a eles um ambiente de aprendizagem em que possam questionar, agir e refletir sobre os fenômenos, construindo conhecimentos e habilidades e desenvolvendo autonomia de pensamento.

Ao levar a temática sobre o sentido da dor, temática desenvolvida neste trabalho, para dentro da sala de aula, é necessário que se utilize uma metodologia de ensino que faça com que os estudantes realmente produzam conhecimento sobre o assunto, visto a importância dessa temática na vida cotidiana de cada um. Dessa maneira, é válido defender a ideia de Petry e Leite (2018), que entendem que o professor que utiliza as melhores ferramentas metodológicas disponíveis faz com que os alunos se interessem e se apropriem dos conceitos que são trabalhados em sala de aula. Para as autoras, trabalhar de maneira diversificada os sentidos do corpo faz com que eles se interessem mais pelo conteúdo, o que torna possível que consigam estabelecer relações do conteúdo com as suas vivências.

Desta forma, utilizar o ensino por investigação associado ao tema sobre o funcionamento do sistema nervoso sensorial é uma alternativa capaz de fazer com que os estudantes desenvolvam motivação para a construção do aprendizado. Durante o desenvolvimento de seu trabalhos Luiz *et al.* (2021) propuseram que apresentar para o estudante informações sobre neurofisiologia com metodologia diversa, que fuja do ensino padrão e que inclua práticas, contribui para desenvolver um interesse mais amplo.

Associar o ensino por investigação especificamente com a temática sobre o sistema nervoso sensitivo de dor se mostra interessante, pois apresenta como uma boa alternativa para que os estudantes tenham a possibilidade, durante o desenvolvimento da sequência didática, de buscarem informações relevantes e contextualizadas. Relevante, visto que a dor é algo comum no cotidiano de todas as pessoas e que desempenha um papel crucial na proteção do

corpo, na indicação de problemas de saúde, no aprendizado e na adaptação, bem como na dimensão emocional e social da experiência humana e contextualizada, porque, para a compreensão de como ocorre o funcionamento do sentido da dor, é necessário que o estudante contextualize a educação em saúde, o funcionamento geral do sistema nervoso com situações que ocorrem no cotidiano de todas as pessoas.

O ensino do sistema nervoso apresenta alguns desafios para o aprendizado, pois se trata, segundo Arruda (2021), de um conteúdo de difícil compreensão ao apresentar termos novos, que precisam de conhecimentos específicos. Esses desafios podem ser superados pelos estudantes a partir da utilização de uma abordagem de ensino por investigação, já que eles próprios serão os protagonistas do processo de aprendizagem podendo diversificar a forma com que buscam esses novos conhecimentos e se adaptarem a forma com que cada um considere que aprenda mais facilmente.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO**

Ao longo das últimas décadas, o ensino no Brasil e no mundo sofreu mudanças consideráveis em vários aspectos, desde a maneira da estruturação até o entendimento de como o estudante constrói o seu aprendizado. Para Scarpa e Campos (2018), as principais mudanças que ocorreram na educação no último século são referentes ao papel que o professor e o estudante desempenham no processo de ensino-aprendizagem. Para as autoras, o ensino era um processo em que os professores eram os detentores do conhecimento e os alunos aprendiam de maneira passiva, hoje o ensino está embasado na concepção de que o estudante é parte ativa do processo de ensino, sendo a peça central desse processo.

Para Costa *et al.* (2021), historicamente, o ensino de Biologia sempre foi marcado por ter um caráter experimental, o que diferenciava das demais áreas de conhecimento, pois visava aproximar a disciplina de um conhecimento científico, ou seja, voltado ao entendimento de informações obtidas através de método científico. No entanto, o ensino de Biologia apenas levava aos estudantes a capacidade de reproduzir processos e utilizar alguns instrumentos laboratoriais, e na grande maioria das vezes também é baseado no tradicional ensino memorístico. Ao fazerem uma análise sobre o ensino de Biologia na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), publicada em 2018, os autores entendem também que a intenção é dar novo significado ao sentido da pesquisa no ensino das Ciências da Natureza mudando o entendimento para que pesquisa esteja direcionada principalmente para o ensino de

habilidades práticas como uma maneira de influenciar o mundo, capacitando os jovens a serem autônomos, críticos e protagonistas de seu próprio aprendizado.

Em uma visão sobre o progresso do ensino, Vasconcelos, Praia e Almeida (2003) trazem em seu trabalho uma visão sobre as mudanças no processo de ensino-aprendizagem. Os autores observam o ensino em quatro teorias, ensino por transmissão, aprendizagem por descoberta, ensino por mudança conceptual e o ensino por pesquisa.

O ensino por transmissão se baseia em exposições orais do professor, ou seja, um processo de ensino onde o estudante é passivo e constrói o conhecimento por meio do armazenamento e reprodução das informações recebidas do professor, que controla todo o processo de ensino. Já a aprendizagem por descoberta, segundo os autores, propõe que o papel central da aprendizagem é do aluno, e não do professor, em que o estudante aprenderá por descoberta por meio de atividades. Os autores ressaltam que, apesar desse tipo de aprendizagem ser um processo difícil e moroso, ela favorece a aprendizagem do método científico, proporcionando que o aluno desenvolva o pensamento e a aprendizagem baseada na compreensão e no significado.

O ensino por mudança conceptual, que pode ocorrer por meio do ensino por descoberta, acontece pela aprendizagem por construção de conhecimento em que o estudante, de acordo com seus interesses e conhecimentos prévios, constrói seu conhecimento sobrepondo a informações já estabelecidas as informações novas, que ele próprio considera importante. Para os autores, nessa teoria de ensino, com uma perspectiva de pesquisa em que o estudante é quem toma as iniciativas e o professor é um mediador de todo o processo, atuando como uma espécie de tutor do estudante, acompanhando e modelando as suas aprendizagens, o estudante é capaz de construir o conhecimento de maneira satisfatória e obter êxito no processo de ensino-aprendizagem.

O conceito moderno do ensino por descoberta é o ensino por pesquisa, que leva em conta as contribuições pedagógicas construtivistas. Para Oliveira, Teixeira e Martins (2022), o ensino construtivista faz com que o estudante seja reconhecido como um participante ativo, que se envolve com o ambiente, adquirindo conhecimento à medida que o conteúdo adquire significado para ele. Nesse contexto, o papel do professor é um mediador da aprendizagem, desenvolvendo a aula com base na curiosidade dos estudantes.

O ensino por pesquisa engloba vários segmentos educacionais relevantes, trazendo conteúdos interdisciplinares e transdisciplinares, cultural e educacionalmente relevantes. Nessa concepção de ensino, o professor tem como atenção principal regular o processo de ensino, tendo o estudante como principal personagem na construção do seu conhecimento,

que se baseia na exploração e descoberta. Diante dessa análise da evolução educacional é possível notar que as mudanças no processo de ensino-aprendizagem caminham em uma direção onde o aluno é o centro do processo de ensino e o professor deverá proporcionar um ambiente onde o estudante desenvolva seu interesse e que possa buscar informações importantes para construção do seu conhecimento, fatores esses presentes no ensino por investigação.

Ainda levando em conta o conceito de evolução da educação, é notável o entendimento de que a forma como professores e estudantes vão se portar nesse processo é fundamental para se obter êxito. Ao se mostrar como uma abordagem que visa mudar o posicionamento do estudante no processo de ensino-aprendizagem, o ensino por investigação se mostra como um diferencial capaz de fazer com que o estudante desenvolva com qualidade o seu aprendizado, devido ao fato dele próprio buscar as informações que achar importante na busca da solução dos problemas propostos. Para Sasseron (2015), o professor, no ensino por investigação, se apresenta como um inovador por sua capacidade de transformar a maneira como a ciência é ensinada e aprendida e tem o papel de proporcionar novas interações para desenvolver o conhecimento dos estudantes. Também Carvalho (2011) defende que o professor, peça fundamental no processo de ensino, deve abandonar métodos de ensino tradicionais, em que o ensino é transmitido de forma unidirecional para o aluno, muitas vezes de forma oral, e sem considerar os interesses dos estudantes, e adotar técnicas que proporcionem ao aluno desenvolver a inteligência. Dessa forma, é dever do professor tornar o estudante parte ativa do processo de ensino, e não um simples memorizador de conteúdos, e proporcionar que ele próprio consiga produzir conhecimento de acordo com os conteúdos que estejam sendo trabalhados. Para Santana e Mota (2022), a abordagem investigativa utilizada em aulas de Biologia poderá proporcionar a formação de sujeitos alfabetizados cientificamente e capacitados para atuar nas questões biológicas de seu cotidiano.

A alfabetização científica é importante, pois pode fazer com que os estudantes desde a idade escolar possam desenvolver habilidades importantes para a sua formação como cidadão crítico e consciente, sendo capaz de identificar, observar, questionar e compreender os fenômenos naturais e os processos que ocorrem no universo. Para Sasseron (2015), a alfabetização científica é importante, visto que capacita o indivíduo para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento. O ensino por investigação, no entendimento de Santana e Mota (2022), proporciona integrar a alfabetização científica com o ensino de Biologia, pois proporciona uma abordagem prática, envolvente que capacita os estudantes a se tornarem pesquisadores

críticos e informados.

O ensino por investigação visa levar para dentro do contexto escolar as etapas da metodologia científica utilizada por cientistas, porém adaptadas para a realidade da sala de aula, pelo objetivo do professor e pelo perfil dos estudantes. A utilização da abordagem investigativa proporciona a construção de entendimento sobre conceitos e práticas científicas (Solino; Ferraz; Sasseron, 2015). O ensino por investigação é uma prática atual no campo do ensino de Ciências, fundamental para a compreensão científica, pois aproxima os alunos das atividades realizadas pelos cientistas (Lima; Pereira; Lima, 2021). Quando o estudante tem a oportunidade de se portar ou de construir o pensamento da forma com que cientistas realizam suas atividades, é possível levá-lo a construção do conhecimento científico e fazer com que ele possa entender, conviver, desenvolver e construir a ciência em todos os seguimentos de sua vida cotidiana.

Sem dúvidas, colocar o estudante como peça central no processo de ensino e fazer com que ele consiga produzir conhecimento de forma ativa, é a direção em que o ensino tem caminhado nos últimos anos e que possivelmente deve seguir nos próximos. Em uma pesquisa sobre produções acadêmicas sobre aulas de Biologia, Nunes *et al.* (2023) concluíram que, entre as metodologias ativas, as mais utilizadas nos últimos anos é o ensino por investigação e problematização. A BNCC do ensino médio, que orienta o processo de ensino no Brasil, traz a informação que o ensino prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. (Brasil, 2018, p. 537). Por não ser um processo simples e que requer vencer paradigmas do ensino tradicional incrustados culturalmente no ensino, esse é um processo longo e difícil e que necessita de esforço por parte de professores e alunos e entendimento de toda a comunidade escolar.

O ensino por investigação, no entendimento de Sasseron (2015), figura-se como uma abordagem de ensino, pois pode ser aplicada em conjunto com diversos recursos de ensino, contanto que os alunos estejam engajados na prática investigativa sob a orientação do professor. Esse tipo de ensino transcende os limites de uma metodologia aplicável apenas a determinados conteúdos, uma vez que pode ser implementado em diversas disciplinas e formas de aula. Para a autora, o ensino por investigação é uma parceria entre professor e alunos na construção de uma compreensão mais profunda da ciência, seus conceitos e sua relação com os fenômenos naturais, destacando a importância da linguagem como meio de expressão e compreensão do conhecimento científico.



É importante destacar que o ensino por investigação não é uma abordagem propriamente nova, que surgiu nos últimos anos. Essa abordagem já é defendida e utilizada há anos, Zompero *et al.* (2023) *apud* Guidotti e Heckler (2017) indicam que nos Estados Unidos o ensino por investigação é utilizado como prática exitosa em salas de aula desde a década de 1950. Os autores destacam ainda que o ensino por investigação está presente em fundamentos dos currículos de diversos países da Europa e da América Latina, o que evidencia a importância da utilização dessa abordagem de ensino para proporcionar maior qualidade no ensino proporcionado aos estudantes.

Um dos desafios do ensino por investigação é justamente mudar o padrão de ensino tradicional que, para Libâneo (2008), é quando o ensino é centrado no professor, o qual transmite o conteúdo e o aluno é um mero receptor e acumulador de informações, ou seja, é um mero processo de memorização, em que constantemente o professor transmite uma informação e o estudante memoriza a informação. No ensino por investigação, o docente deve proporcionar que seus estudantes consigam, por meio de uma problemática, desenvolver cenários contextuais estimulando a análise e a construção de entendimento para a resolução do problema (Sasseron, 2015). Por ser um processo demorado e complexo inicialmente, a transição dos métodos tradicionais para o ensino por investigação demanda empenho, dedicação e suporte por parte do professor que não tiver o hábito de utilizar esse tipo de abordagem.

Outro desafio desse tipo de ensino é o tempo disponível, já que ele geralmente pode demandar mais tempo do que métodos tradicionais de ensino. Como os professores sempre possuem um currículo para vencer ao longo do ano, esse tempo a mais pode fazer diferença para poder trabalhar todos os conteúdos necessários.

Outro fator que também pode ser entendido como um desafio do ensino por investigação é falta de recursos e materiais para o desenvolvimento das pesquisas. Muitas escolas possuem recursos limitados e uma indisponibilidade de verbas para que esses recursos possam ser obtidos. A falta de recurso pode fazer com que os profissionais em questão fiquem desmotivados e acabem recorrendo ao ensino tradicional, que geralmente não demanda de recursos adicionais.

A abordagem de ensino por investigação pode ser entendida de uma forma ampla e com características diversas. Neste trabalho iremos denominar ensino por investigação toda prática de ensino que utilize a problemática como norteadora do processo de ensino, ou seja, qualquer processo de ensino que leve aos estudantes problemas que exijam levantamentos de

hipóteses, investigação, resolução de problemas, conclusão e aplicação de conceitos aprendidos.

A proposição de uma atividade no viés do ensino por investigação sugere o cumprimento de algumas etapas: a primeira é a proposição de um problema, a segunda etapa passa pelo levantamento de uma hipótese, a terceira etapa consiste no levantamento de dados para a resolução do problema, já a última etapa é a construção de afirmações, em que os dados obtidos na pesquisa serão utilizados na construção de suas conclusões (Trivelato; Tonidandel, 2015). O ensino por investigação deve estar sustentado por estruturas em que o professor proporcione ao estudante a resolução de problemas, a formulação de hipóteses, a coleta, análise e interpretação de dados, a elaboração de conclusões, bem como a processo de divulgação e reflexão sobre o processo investigativo (Zompero *et al.*, 2023).

Para Sasseron (2015), o problema deve ser bem planejado e elaborado e que desenvolva um cenário de investigação que traga uma única resposta simples e fechada e que seja capaz de despertar a mobilização do estudante.

A importância do problema no ensino por investigação está relacionada à maneira como eles desafiam os estudantes, quando bem estruturados e significativos são utilizados para orientar e motivar a aprendizagem dos alunos no processo de ensino. Problemas com pouca capacidade de mobilização, relevância e significado para o estudante acabam por não cumprir seu papel e não proporcionam o engajamento para realização das pesquisas e a capacidade de desenvolvimento de habilidade de resolução de problemas.

A importância do problema em aulas investigativas reside no seu potencial para engajar de maneira significativa, conectando o conteúdo curricular a situações do mundo real. Na BNCC, fica clara a importância do problema e do processo investigativo quando o documento traz que o ensino das Ciências da Natureza, onde o ensino de Biologia está inserido, deve aproximar os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação. Outro ponto importante defendido é que o estudante deve desenvolver ações de intervenção com base na análise de dados e informações relacionadas às temáticas da área de estudo e para isso deve desenvolver as etapas da investigação de conhecer problemas, elaborar questões, identificar informações cruciais, formular e testar hipóteses, construir argumentos, planejar e executar atividades experimentais e pesquisas de campo, avaliar conclusões e comunicar resultados (Brasil, 2018).

Sem dúvida, para uma atividade investigativa de qualidade é necessário um bom problema, no entanto, é importante salientar que todas as etapas do processo investigativo também são importantes e serão determinantes nas conclusões dos estudantes. O

desenvolvimento de todas as etapas proporciona ao estudante potencializar o aprendizado construindo um conhecimento mais ativo e significativo. Ao desenvolver as etapas investigativas, eles são desafiados a questionar, explorar e descobrir conceitos de forma autônoma, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a capacidade de resolver problemas e desenvolver habilidades essenciais, como a análise de dados, a colaboração e a comunicação eficaz.

O processo de formular hipóteses permite aos alunos desenvolverem habilidades de pensamento crítico e criativo, incentivando-os a explorar soluções para questões complexas. Para Trivelato e Tonidandel (2015), as hipóteses desempenham um papel crucial no desenvolvimento da atividade, permitindo que os estudantes elaborem explicações e ajudem os professores a compreender suas concepções prévias sobre o tema, facilitando intervenções e reestruturações necessárias. A coleta e interpretação de dados proporcionam uma base sólida para validar ou refutar essas hipóteses, capacitando os estudantes a analisar evidências de forma objetiva e a tirar conclusões fundamentadas. Essas etapas não apenas promovem o entendimento profundo dos conceitos, mas também cultivam a curiosidade e a capacidade de investigação dos alunos, preparando-os para enfrentar desafios do mundo real e contribuir de forma significativa para a sociedade.

Para Brito, Sales e Brito (2018), a etapa de conclusão se configura como uma atividade para a sistematização e contextualização dos conhecimentos, podendo ser praticada por meio da leitura e discussão dos resultados obtidos. Essa etapa permite que os alunos consolidem e sintetizem os conhecimentos adquiridos ao longo do processo investigativo. Ao analisar os dados coletados e revisar suas hipóteses à luz das evidências, os estudantes têm a oportunidade de compreender mais profundamente os conceitos abordados e as relações entre eles e desenvolver o pensamento crítico.

A fase de comunicação é o momento em que os alunos compartilham suas descobertas, métodos, resultados e reflexões com os colegas, professores e com grupos de pessoas que convir em cada situação. Ao compartilhar seus resultados, os estudantes praticam habilidades de comunicação oral e escrita, além de aprenderem a apresentar argumentos de forma convincente e a defender suas conclusões e a fazer autocrítica e a organizar o conhecimento científico que segundo Sasseron (2013), ocorre durante as discussões entre os pares.

O ensino por investigação pode mudar a visão de mundo quando faz que o aluno construa conhecimento científico e passe a ser portar de maneira diferente nas situações do cotidiano. A importância do desenvolvimento científico é citada também na BNCC, que deixa

claro que é necessário que as pessoas possuam letramento científico para poderem aplicar os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos, prática realizada por poucas pessoas atualmente (Brasil, 2018).

É importante ressaltar que o ensino por investigação não busca tornar o estudante necessariamente um cientista. Para Wilsek e Tosin (2013), trata-se de uma abordagem que busca levar para a sala de aula uma metodologia investigativa, em que o estudante desenvolve o seu aprendizado por meio de situações problemas, o que favorece a apropriação dos conceitos e fenômenos estudados.

Também é importante citar que o trabalho não visa fazer com que o ensino por investigação seja utilizado em todas as aulas e conteúdos do ensino de Biologia, a intenção é mostrar que o esse tipo de ensino pode ser uma alternativa viável para a construção de conhecimento adequado fazendo com que o aluno possa ser protagonista no desenvolvimento de seu aprendizado e que os professores o tenham como alternativa de ensino em vista do ensino tradicional.

## 2.2 ENSINO DO SISTEMA NERVOSO E SENTIDO DA DOR

A compreensão do fenômeno da dor é crucial para a promoção da saúde e do bem-estar individual. Este trabalho busca explorar a importância dos estudantes entenderem e produzirem conhecimento de como funciona o sentimento da dor, um aspecto importante e fundamental à experiência humana. A dor não é apenas um sintoma indesejado, mas um mecanismo complexo e vital do sistema nervoso, que desempenha um papel fundamental na proteção do corpo contra lesões e na sinalização de problemas subjacentes. Além disso, uma compreensão aprofundada da dor é essencial para abordar questões relacionadas à saúde mental e qualidade de vida. Para que o estudante desenvolva com qualidade o aprendizado sobre o sentido da dor, é importante abordarmos primeiro a educação em saúde e o estudo do sistema nervoso, dois assuntos que estão diretamente ligados ao entendimento e a contextualização do sentido da dor.

A educação em saúde é importante, pois possibilita que as pessoas possam desenvolver conhecimentos e habilidades necessárias para tomar decisões sobre sua saúde, desde a prevenção de doenças até a adoção de hábitos de vida saudáveis, como alimentação saudável e atividades físicas. Nesse contexto, é conveniente defender a importância da educação em saúde também no ambiente escolar, pois, como defende Rudek e Hermel (2021),

a saúde é de extrema importância para a vida, ela permeia o cotidiano, as relações interpessoais, os discursos midiáticos, fazendo parte do processo de escolarização.

Dessa forma, é fundamental o desenvolvimento de saúde nas escolas, visto que pode proporcionar o entendimento de que o sentido da dor, muitas vezes considerada apenas como um sintoma indesejado, pode ser um indicador valioso do estado geral da saúde. Quando o estudante aprende com qualidade conteúdos importantes para seu cotidiano, ele também desenvolve a capacidade de utilizar seu conhecimento de forma responsável para melhorar sua qualidade de vida.

Para o bom desenvolvimento do aprendizado em saúde, é fundamental que eles desenvolvam o conhecimento em fisiologia humana, entendendo como funcionam as partes de nosso corpo e como os diferentes sistemas interagem entre si. Um sistema fundamental para o corpo humano no controle e coordenação de todas as funções corporais é o sistema nervoso. O entendimento de Sanchez (2012) é de que o estudo do sistema nervoso e seu funcionamento desperta um fascínio nas pessoas, no entanto, é um dos conteúdos considerados mais difíceis e temidos na escola. Também Andrade (2016), ao pesquisar sobre percepção dos estudantes sobre o ensino de Biologia, concluiu que os conteúdos que mais chamam atenção dos alunos são aqueles diretamente ligados com seu corpo e sua saúde, já que naturalmente desperta o interesse, associá-lo a uma abordagem didática diferente da tradicional talvez possa fazer com que os estudantes percam parte dessa concepção de dificuldade sobre o tema e consigam assimilar com mais facilidade.

De acordo com Luiz (2021), para o estudo do sistema nervoso, por conter assuntos complexos e abstratos, se faz necessário a criação de técnicas e materiais alternativos para facilitar o entendimento. Essas práticas e materiais podem ser diversas desde a utilização de atividades didáticas lúdicas a práticas artísticas. Para que eles aprendam efetivamente sobre o sentido da dor, é indispensável entender como funciona o sistema nervoso, pois é o principal mediador desse sentido, desde a detecção inicial até a interpretação no cérebro. Esse aprofundamento faz com que os estudantes consigam entender que o sentido da dor é uma experiência complexa, que envolve uma interação intrincada entre o corpo e o sistema nervoso.

O ensino do sistema nervoso requer contextualizações, como sugere Castelo (2016), o que facilita a compreensão tornando o aprendizado mais significativo e prático. O autor sugere ainda a utilização de modalidades didáticas alternativas para se trabalhar com o tema sobre sistema nervoso, o que seria fundamental para que os estudantes construíssem representações melhores sobre o conteúdo.

Uma forma diferente de se observar o ensino do sistema nervoso é o entendimento de Caznok e Artoni (2018), que defendem ser possível aprender sem se preocupar propriamente com o processo de aprender, ou seja, aprender de forma informal por meio de investigação e pesquisas despertadas pela curiosidade. Elas defendem ainda que o ensino do sistema nervoso utilizando da prática, incluindo a investigação, é melhor do que o ensino apenas teórico. Com essas ideias, é possível defender que ensino por investigação é capaz de proporcionar aos estudantes a possibilidade de contextualizar e aprofundar o conhecimento do sistema nervoso, já que esse tipo de ensino tem como objetivo justamente despertar o interesse e a curiosidade nos temas trabalhados.

Cientes da importância da educação em saúde e de que é necessário que os estudantes desenvolvam o pleno entendimento do funcionamento do sistema nervoso, é importante que eles formem também conhecimento sobre a dor, que está vinculada aos conteúdos citados, além de ser de fundamental importância na vida de cada pessoa.

Associar o ensino do sistema nervoso ao sentido da dor é crucial para proporcionar uma compreensão abrangente e significativa do funcionamento do corpo humano. O sistema nervoso desempenha um papel fundamental na transmissão e interpretação dos estímulos dolorosos, tornando essencial abordar esse aspecto ao explorar sua anatomia e fisiologia. Ao compreender como os nervos transmitem sinais de dor, os alunos não apenas adquirem conhecimento sobre o sistema nervoso, mas também desenvolvem percepções valiosas sobre a importância adaptativa da dor no contexto biológico.

Ao pesquisarem sobre a incidência de informação sobre conceitos em dor nos livros didáticos utilizado por professores no ensino médio, Cardozo e Sanchez (2023) concluíram que essas informações são inexistentes. Como os livros didáticos muitas vezes servem como único apoio aos professores, a ausência desse conteúdo gera preocupação, visto a importância da compreensão de como funciona o sentido da dor e como muitas vezes o corpo humano é afetado pelas consequências da produção da dor.

Como descrevem Martins e Eichler (2020), os livros didáticos de Biologia são reducionistas, ou seja, buscam simplificar os conceitos básicos. Essa simplificação pode comprometer o aprendizado por parte dos estudantes de conceitos mais complexos, como é o caso do funcionamento do sistema nervoso, e mais especificamente o funcionamento do sentido da dor.

Utilizando a função de pesquisa disponível para pesquisar determinada palavra nos programas de leitura de documento é possível afirmar que a BNCC (2017) do ensino médio, que foca em competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos ao longo da

educação básica, não menciona explicitamente a palavra “dor”, ou seja, não traz nenhuma competência exclusiva focada para que se ensine seu sentido. Como esse ensino está interligado com o ensino do sistema nervoso, o objetivo é que os estudantes compreendam como esse sentido está relacionado ao sistema nervoso e como contribui para a percepção das condições do corpo humano. Os professores devem incluir atividades e conteúdos que promovam o entendimento do sentido da dor e sua relação com o sistema nervoso, proporcionando uma abordagem integrada, contextualizada e diversificada para proporcionar aos estudantes a possibilidade de produzirem conhecimento sobre esse importante e necessário conteúdo.

Para Cardozo e Sanchez (2023), é necessário inclusão da didática do ensino em dor no ensino médio, para que os alunos sejam envolvidos e estimulados para produzirem conhecimento em conceitos de neurociência, proporcionando a formação de um cidadão crítico. Ao aprender sobre os mecanismos neurofisiológicos relacionados à dor, eles não apenas adquirem conhecimento científico valioso, mas também desenvolvem uma apreciação mais profunda da diversidade de percepções e respostas emocionais. Essa compreensão ampliada da dor não se limita ao conhecimento biológico, estendendo-se para questões sociais e psicológicas, visto que a dor facilmente influencia as condições de trabalho, estudo, lazer, humor, funcionamento cognitivo, relacionamentos interpessoais e participação em atividades sociais.

A dor é uma sensação importante, apesar de ser desagradável, ela é fundamental para a manutenção da qualidade de vida das pessoas, pois, como relata Fein (2011), ela fornece informações ao sistema nervoso que irá responder de forma a minimizar o prejuízo físico e sem a atuação da sensação de dor problemas como automutilação e auto amputação poderiam ocorrer constantemente. Desta forma o ensino sobre o funcionamento da sensação da dor se faz importante e necessário para que o estudante possa entender a sua importância bem como ocorre o todo o seu processo.

Para Guginski (2008) o sentido da dor é complexo envolvendo componentes fisiológicos e emocionais, ou seja, envolve estímulos nocivos recebidos pelo sistema nervoso e também processamentos cognitivos e emocionais. Toda essa complexidade envolvendo o sentido da dor acaba influenciando no processo de ensino-aprendizagem, pois os conceitos complexos acabam causando dificuldades, o que gera desinteresse por parte dos estudantes o que conseqüentemente acaba influenciando na aprendizagem.

Normalmente quando uma pessoa sente dor é iminente o pensamento de que a saúde não está bem, ou que algo de errado está ocorrendo em nosso corpo. Dessa forma quando uma

pessoa entende a dor como um sinal de alerta do corpo, ela pode buscar ativamente soluções para problemas futuros, promovendo a prevenção e o diagnóstico precoce de condições médicas. A saúde é de extrema importância para a vida, ela permeia o cotidiano, as relações interpessoais, os discursos midiáticos, fazendo parte do processo de escolarização.

A complexidade do ensino sobre o sistema nervoso também é citada por Silva (2016), que relata que no geral o ensino do sistema nervoso envolve termos e conceitos complexos o que dificulta a compreensão do tema pelos estudantes. Ainda segundo o autor, as práticas tradicionais de ensino não favorecem o bom desenvolvimento desse tema. Utilizar o ensino por investigação por meio de uma sequência didática que faça com que o estudante seja parte ativa do processo de ensino pode tornar o assunto mais interessante e atraente. Certamente associar essa metodologia com o ensino do sistema nervoso, mais especificamente o ensino sobre o sentido da dor, desperta o interesse por parte do estudante o que proporciona que todo o processo de ensino-aprendizagem torne-se mais fácil de acontecer.

É importante que o ambiente escolar possa fazer com que os estudantes tenham capacidade para entender como a dor se manifesta em nosso corpo, no entanto, não é responsabilidade única da escola desenvolver esse conhecimento no estudante. Nunes *et al.* (2021) defendem a necessidade de abordar a educação em dor em espaços não escolares, já que esses instrumentos educacionais na área da saúde têm o potencial de influenciar a transformação de convicções, superstições e concepções equivocadas acerca da dor, assim como de comportamentos que complicam a interação do indivíduo com o fenômeno doloroso. Quando a escola capacita o estudante, ele tem a capacidade de ser atuante em questões de seu cotidiano, podendo até mesmo promover a educação em saúde junto a seus familiares e grupos de pessoas próximas.



### **3 OBJETIVOS DO TRABALHO**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral do trabalho foi investigar a construção do conhecimento pelos estudantes a partir de uma sequência didática sobre o sistema nervoso sensitivo utilizando a abordagem de ensino por investigação.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Os objetivos específicos almejados pelo trabalho foram:

- a) identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a forma e funcionamento do sistema nervoso sensorial relacionado ao sentido da dor;
- b) elaborar e desenvolver uma sequência didática baseada no ensino por investigação para a abordagem do tema sobre sistema nervoso sensorial;
- c) avaliar as contribuições da sequência didática na construção de conhecimentos que favoreçam o desenvolvimento do estudante a respeito do sentido da dor.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

O trabalho foi realizado utilizando a abordagem qualitativa, que, segundo Zanella (2013), tem por base conhecimentos teóricos e empíricos que permite atribuir cientificidade aos dados coletados. Também Minayo, Deslandes e Gomes (2007), entendem a pesquisa qualitativa como uma abordagem que busca compreender a complexidade e a profundidade dos fenômenos sociais, humanos e culturais. Para elas, a pesquisa qualitativa prioriza a compreensão dos significados, dos contextos e das relações sociais que permeiam os fenômenos estudados. Nesse tipo de pesquisa o pesquisador busca se aprofundar em questões subjetivas do fenômeno, pode ser feito com amostras pequenas e análise opiniões (Vianello, 2013).

### **4.2 OS PARTICIPANTES DA PESQUISA**

A pesquisa foi realizada com estudantes da Escola Estadual Teotônio Brandão Vilela no distrito de Luizlândia do Oeste da cidade de João Pinheiro do estado de Minas Gerais. Os participantes da pesquisa foram estudantes de uma turma de 3º ano do ensino médio do turno matutino do ano de 2023, todos os estudantes da turma tiveram a oportunidade de participar da pesquisa. A escolha de uma turma de 3º ano ocorreu devido ao fato de possuírem já bastante bagagem educacional o que poderia mostrar se já possuíam conhecimento sobre a temática pesquisada.

Somente foram aceitos participarem da pesquisa os estudantes matriculados na turma e que tinham assinado o TCLE/TALE e que participaram de todas as etapas da pesquisa.

### **4.3 ETAPAS DA PESQUISA**

A pesquisa foi realizada em duas etapas: na primeira foi proposto um questionário misto com questões abertas e fechadas, disponível no apêndice A, que foi respondido pelos estudantes contendo questões sobre suas concepções sobre a estrutura e o funcionamento do sentido da dor. O questionário foi utilizado para fornecer respostas mais rápidas e precisas, além de possibilitar uma liberdade nas respostas (Marconi; Lakatos, 2003).

A segunda etapa foi a proposição de uma sequência didática, que, segundo Zabala (1998, p. 18), “é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para

obtenção de certos objetivos educacionais”. A sequência didática sobre o sistema nervoso sensorial em que os estudantes foram levados a pensar sobre os conhecimentos que possuem sobre o conteúdo e formular hipóteses, além de realizar pesquisas e propor soluções a questionamentos apresentados sobre esse tema.

A primeira etapa da sequência didática ocorreu com a separação dos estudantes em grupo de cinco pessoas, para cada grupo foi disponibilizado uma situação problema sobre o sistema nervoso sensorial. Foi pedido aos estudantes do grupo que discutissem e formulassem uma possível hipótese para a questão apresentada e apresentasse suas hipóteses para a turma. Essa etapa levou uma aula para acontecer.

Após o levantamento e apresentação das hipóteses os grupos deveriam realizar a testagem de suas hipóteses. Para essa etapa foram destinadas mais duas aulas para que os estudantes discutissem a forma e realizassem suas testagens, nas formas e fontes que melhor lhes fossem convenientes, não ficando restritos a uma única maneira de testarem suas hipóteses. Como cada grupo faria essa testagem de maneira diferente, alguns grupos levaram menos tempo e outros mais, devido a quantidade de informações que encontravam em suas pesquisas, no entanto, essa testagem poderia ser realizada em casa ou em outros momentos, e não necessariamente durante as aulas. As aulas nessa fase poderiam servir como meio de reunião para organização das atividades.

Após as testagens dos estudantes, foi destinada mais uma aula para que os grupos apresentassem as conclusões de seus trabalhos. Na fase de apresentação das conclusões, eles deveriam apresentar todo o processo que o grupo realizou desde o levantamento das hipóteses até a conclusão do trabalho.

A intenção dessa sequência didática é fazer com que os alunos possam entender de forma prática como funciona o método científico, pois simularam os processos básicos da pesquisa científica, observação, questionamento, levantamento de hipótese, experimentação e conclusão (Trivelato; Tonidandel, 2015).

A sequência didática não foi necessariamente um roteiro programado, visto que todo desenvolvimento dependia da análise das questões problemas e de como os estudantes iriam realizar a experimentação. Todo esse processo investigativo busca despertar o interesse e a motivação na busca por informações, proporcionando a produção de um aprendizado sobre o conteúdo trabalhado.

Ao final do processo de investigação, foi pedido para desenvolverem uma forma para divulgarem para a escola o resultado dos seus trabalhos, ou seja, as conclusões que chegaram por meio do processo investigativo. Não foi determinada qual a forma de divulgação, podendo

ser um mapa mental, um quadro, um fluxograma, dentre outros, eles é quem decidiriam a forma de divulgação.

Para finalizar a pesquisa foi realizada uma roda de conversa com a intenção de buscar informações dos estudantes sobre a construção de conhecimento sobre o tema pesquisado e proporcionar um momento para que eles pudessem compartilhar suas experiências pessoais e aprendizados relacionados ao tema. A roda de conversa levou uma aula e contou com seis questões norteadoras, no entanto, ao longo do processo outras questões foram surgindo de acordo com o desenvolvimento dos assuntos discutidos.

#### 4.4 COLETA DE DADOS

O questionário foi aplicado diretamente aos estudantes durante a aula que antecedia o início das sequências didáticas, com intuito de buscar informações sobre o conhecimento prévio dos estudantes sobre o funcionamento do sistema nervoso sensorial da dor.

A coleta dos dados sobre a participação e desenvolvimento dos estudantes durante as sequências didáticas foi realizada por meio de anotações em diário de bordo. Os critérios utilizados foram a participação dos estudantes durante as discussões do grupo, a busca de informações durante as pesquisas, compartilhamento de informações, participação nas apresentações e na roda de conversa final.

O diário de bordo é um instrumento em que o sujeito narra suas ações e experiências diárias, o que lhe possibilita um repensar da ação, um olhar mais atento ao que foi feito e ao que pode ser melhorado (Boszko e Güllich 2016). Foram feitas anotações sobre o desenvolvimento dos estudantes durante as aulas, bem como as intervenções necessárias e as conclusões ao decorrer de todo o processo de ensino.

#### 4.5 ANÁLISE DOS DADOS

A análise buscou identificar o desenvolvimento dos estudantes durante a sequência didática em comparação às respostas coletadas no questionário inicial com a finalidade de identificar a construção de conhecimento dos estudantes a partir da sequência didática. Durante a aplicação da sequência didática foi feita uma análise observacional do envolvimento dos estudantes durante as etapas e se essa despertou o interesse pelo funcionamento do sentido da dor. Também foi feita uma análise, através dos dados coletados

no diário de bordo, das apresentações, falas, opiniões e conclusões dos estudantes com intuito de inferir a construção de conhecimento.

## 5 PRODUTO

A presente pesquisa utilizou os parâmetros da investigação científica, o primeiro momento foi a observação de certa dificuldade de estudantes em construir aprendizado satisfatório no entendimento do sistema nervoso e funcionamento da dor, o segundo momento foi a dúvida de como poderia ser melhorado as aulas para que esse aprendizado obtivesse êxito. O terceiro momento ocorreu ao longo do curso de mestrado profissional de ensino de Biologia, o qual trabalha a temática sobre o ensino por investigação, desta forma foi desenvolvido um sequencia didático com intuito de facilitar o aprendizado dos estudantes nesse tema. O quarto momento foi a realização dessa pesquisa juntamente com os estudantes juntamente com sua conclusão e o sexto momento é a divulgação dos resultados através desse trabalho e de possíveis publicações futuras.

O produto do referido trabalho é o desenvolvimento de uma sequência didática sobre o sistema nervoso sensitivo da dor. A sequência didática consiste na utilização de situações problemas relacionados com o sentido da dor para que os estudantes possam buscar solucionar essas situações.

A sequência didática consiste em três etapas: a primeira na qual os estudantes formam grupos e recebem situações problemas para fazerem levantamento de hipóteses iniciais, a segunda etapa na qual eles realizam pesquisas para comprovar ou refutar as hipóteses iniciais e a terceira etapa na qual eles apresentam os resultados das pesquisas realizadas.

A primeira etapa da sequência didática é a disponibilização de situações problemas aos estudantes, com temáticas voltadas para o sentido da dor, e o levantamento de hipóteses iniciais a essas situações. A partir dessas situações problemas, os estudantes se reunirão em grupo e sem consulta a nenhum material de apoio, apenas seus conhecimentos prévios, eles levantarão hipóteses iniciais a essas situações e apresentarão essas hipóteses aos colegas de turma. As situações problemas a serem apresentadas aos estudantes são as seguintes:

1. Lucas foi ao médico sentindo muita dor por causa de um tombo que havia levado momentos antes, ele perguntou ao médico se existiria a possibilidade de fazer algum procedimento para nunca mais sentir dor em sua vida. O médico respondeu a Lucas que não existiria essa possibilidade e que o fato de sentir dor de certa forma é bom para os seres humanos. Diante do exposto, você saberia explicar como funciona o sentimento da dor? Quais os mecanismos biológicos envolvidos no processo da dor?

2. Ana estava correndo e estava se sentindo bem, porém, quando chegou em sua casa e tirou o tênis, notou um corte no pé, mas estranhamente não sentia dor, um tempo depois passou a senti-la. Como você explica a ausência de dor em um momento e o surgimento dela em outro?
3. Pedro estava andando de bicicleta certo dia, quando repentinamente sofreu um acidente e caiu da bicicleta. Ao analisar o seu corpo, Pedro notou que havia sofrido várias escoriações semelhantes em várias partes do corpo como no braço, pernas e região abdominal, no entanto, estava sentindo uma dor muito intensa na região abdominal e que nas outras regiões que estava com machucados semelhantes Pedro sentia dores mais fracas. Como você explicaria o fato de sentirmos dores mais intensas em determinadas partes do corpo?
4. Depois do acidente Pedro foi ao médico, que receitou um medicamento para que ele tomasse para diminuir a dor, no entanto, Pedro ficou pensativo de como o medicamento iria atuar justamente no local em que ele estava sentindo dor, visto que a maior parte de seu corpo não havia sofrido nenhuma lesão. Explique como os medicamentos agem especificamente no local onde está a dor?

A segunda etapa é a pesquisa que os estudantes devem realizar para poder comprovar ou refutar suas hipóteses iniciais, a pesquisa pode ser feita de forma independente por parte dos estudantes, no caso desse trabalho foi sugerido dois sites<sup>1</sup> específicos, o site da Unesp, disponível, e o site da Ciências e Cognição. Além desses sites para pesquisa, é importante que os estudantes tenham liberdade de buscar em fontes diversas as informações necessárias para sua pesquisa, inclusive em sites diferentes desde que sejam fontes com informações confiáveis. É importante disponibilizar acesso aos livros disponíveis na escola e também aos meios de acesso a internet para que a pesquisa seja desenvolvida com a mais alta qualidade.

A terceira etapa da sequência didática é a conclusão da pesquisa dos estudantes. Eles devem apresentar as conclusões obtidas por meio das pesquisas realizadas, se mantêm as hipóteses iniciais ou se obtiveram respostas diferentes ao longo das pesquisas que os levaram as respostas diferentes dos levantamentos iniciais. Essa apresentação das conclusões pode ser feita de diversas maneiras, cabendo aos estudantes a forma que mais convém ao grupo apresentar os resultados, pode ser uma apresentação oral em cartazes ou por apresentações digitais como a construção de um vídeo ou um podcast, o importante é que os estudantes

---

<sup>1</sup> <https://www2.unesp.br>  
<https://revista.cienciasecognicao.org/>

sejam os protagonistas no momento de tomar a decisão da forma de apresentação. É importante a disponibilização de meios digitais para caso eles tenham interesse e possam optar pela utilização de meios em suas apresentações.

Os estudantes tem a liberdade para poder buscar informações nas fontes que melhor lhes forem convenientes, não ficando os mesmos restritos a uma única maneira de testarem suas hipóteses.

O livro didático também é utilizado como fonte de pesquisa, sendo uma oportunidade para que os estudantes conseguissem deduzir se ele traz as informações suficientes para todas as questões propostas.

Para finalizar a apresentação dos estudantes, é proposta uma roda de conversa final, onde eles e professor terão a oportunidade de debater sobre aspectos da pesquisa e como a temática sobre o sentido da dor fez ou poderá fazer alguma diferença na vida do estudante. Para que a roda de conversa tenha uma orientação necessária, e não saia muito do foco principal, foram desenvolvidas algumas questões que servirão como base no momento da discussão, lembrando que outras questões surgem ao decorrer da roda de conversa. As questões para o desenvolvimento da roda de conversa são:

01- Vocês consideram que hoje sabem como funciona o sistema da dor?

02- Os conceitos que vocês possuíam sobre a dor mudaram desde o início da pesquisa até hoje?

03- Quais as informações que vocês descobriram que consideram mais importantes?

04- Vocês acham que as informações obtidas farão alguma diferença em sua vida cotidiana?

05- Quais as principais fontes de pesquisas realizadas por vocês?

06- Vocês acharam interessante esse tipo de aula em que você próprios pesquisam as informações?

É importante ressaltar que o desenvolvimento da sequência didática neste trabalho acabou levando a uma quantidade maior de aulas, visto que o professor não trabalhava com a turma pesquisada, o que tomou algum tempo na explicação e tirada de dúvidas sobre a pesquisa e também na divisão dos grupos e inicialização dos processos. No entanto, é importante salientar que a depender da disponibilidade de tempo do professor, que geralmente é bem pouco, visto o tamanho do currículo que ele precisa trabalhar todos os anos, essa sequência didática pode ser facilmente trabalhada em três aulas, na primeira aula a classe recebe e discute as situações problemas e no final da aula eles apresentam as hipóteses levantadas, a parte de pesquisa e comprovação das hipóteses pode ser inteiramente



desenvolvida em casa, na segunda aula eles apresentam os resultados obtidos na pesquisa e a terceira aula fica disponível para o desenvolvimento da roda de conversa.

A avaliação do progresso dos estudantes pode ser feita ao examinar como eles constroem seu conhecimento. Uma maneira de realizar essa análise é observar as transformações que ocorrem entre as ideias iniciais e as conclusões finais. Além disso, é viável avaliar o desenvolvimento do conhecimento dos alunos durante as discussões em grupo. O engajamento e a participação em todas as fases da sequência didática também são indicativos importantes a serem considerados na avaliação.

## 6 CRITÉRIOS ÉTICOS

Todos os estudantes que optaram por participar da pesquisa assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e seus reesposáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Todos os estudantes da turma em que a pesquisa foi realizada puderam optar em participar da pesquisa e puderam desistir de participar a qualquer momento sem nenhum ônus. Os nomes dos estudantes não foram divulgados no trabalho, quando foram apresentados relatos específicos, foram utilizados nomes fictícios, não foram utilizadas imagens da pesquisa tampouco gravação de sons e vídeos. A diretora da escola em que a pesquisa foi realizada assinou o termo de aceite institucional para permissão de realização da pesquisa.

Os riscos da pesquisa se baseavam em constrangimentos dos estudantes durante o desenvolvimento das sequências didáticas e incômodos em responder o questionário ou participar de atividades em grupos. Foi disponibilizado a eles possibilidades de realizarem a pesquisa de maneira individual e opção de não participar das discussões orais a fim de evitar possíveis constrangimentos. A pesquisa foi desenvolvida com total imparcialidade e qualquer aluno poderia optar por abandoná-la a qualquer momento sem nenhum ônus, esse é outro fator com finalidade de minimizar os riscos da pesquisa. Caso algum participante se sentisse constrangido ou apresentasse algum desconforto em participar, poderia desistir a qualquer momento de participar. Já os benefícios foram de que pesquisa irá contribuir para o aprimoramento do ensino de Biologia baseado na abordagem investigativa sobre o sentido da dor. O desenvolvimento dessa sequência didática, bem como suas possíveis melhorias irão contribuir para melhorar a qualidade do ensino de Biologia praticado no Brasil.

A pesquisa seguiu os aspectos éticos conforme a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, o projeto se encontra submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília sob o número CAAE 64728222.3.0000.0030, e somente foi realizada após a aprovação pelo citado comitê.

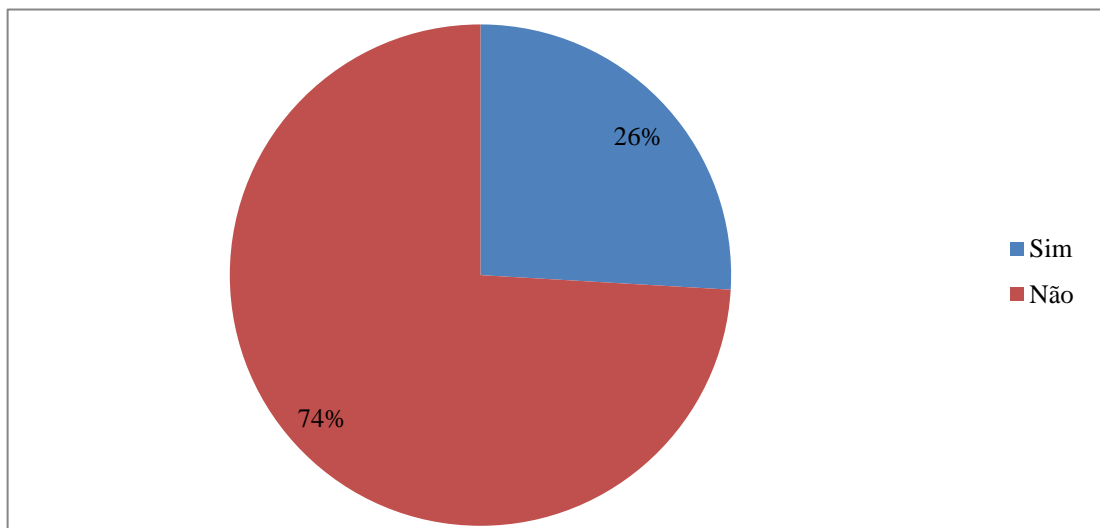
## 7 RESULTADOS

### 7.1 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO PRÉVIO

O questionário de conhecimento prévio contou com três questões cujos resultados obtidos foram os seguintes: a questão número 01 perguntava: **“Você sabe como ocorre a transmissão do sentido da dor no corpo humano?”**

Dos 27 estudantes participantes, sete responderam que sim e 20 responderam que não sabiam como acontecia a transmissão do sentido da dor. O Gráfico 1 mostra a porcentagem de respostas dos estudantes para a primeira questão do questionário inicial.

Gráfico 1 - respostas dos estudantes para a primeira questão



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

A questão número 02 perguntava: **“A dor é algo comum em nosso cotidiano e de certa forma é algo que convivemos quase que diariamente, você saberia dizer quais as partes do corpo humano responsáveis por interpretar a dor? Cite o nome dessas partes.”**.

A questão que buscou saber se o estudante conseguia relacionar o sistema nervoso como o responsável pela interpretação do sentido da dor. A Tabela 1 mostra as respostas dos estudantes sobre essa pergunta do questionário.

Tabela 1 - Respostas dos participantes da pesquisa sobre como o corpo humano interpreta o sentido da dor.

Número de estudantes	Partes do corpo citadas como responsável
----------------------	--

<b>pela interpretação da dor.</b>	
7	Cérebro ou sistema nervoso.
7	Sistema nervoso e neurotransmissores.
6	Não sabia ou não respondeu.
3	Sistema nervoso e músculos.
1	Sistema nervoso e pele.
1	Músculos e neurotransmissores.
1	Carne e ossos.
1	Sistema nervoso, neurotransmissores e sistema muscular.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Dos estudantes que responderam sim na primeira questão, todos citaram que o cérebro ou sistema nervoso, e algumas vezes relacionando os dois como uma coisa só. Um estudante citou que as partes envolvidas seriam o sistema nervoso, neurotransmissores e o sistema muscular. Um estudante detalhou que a parte responsável pela interpretação da dor seria o sistema nervoso e que seria necessária a interpretação dessa dor, e que isso aconteceria a partir dos sentidos do corpo, no entanto, não foi detalhado como esse processo ocorreria.

Dos 20 estudantes que responderam “não” na questão número um, seis deles responderam que não sabiam a resposta para essa questão ou que não estavam capacitados para poder respondê-la. Já os restantes dos estudantes todos responderam a questão de alguma forma, sendo a resposta mais comum relacionando o sentido da dor com o sistema nervoso, sendo citado por 11 desses alunos, sete citaram que além do sistema nervoso os neurotransmissores também seriam responsáveis por interpretar o sentido da dor. Dos que citaram o sistema nervoso, um citou também a pele e três citaram os músculos. Um respondeu que a única parte responsável pela interpretação da dor seria o cérebro e outro citou músculos e neurotransmissores como responsáveis pela dor e outro citou a carne e ossos.

Aqui fica demonstrado que os estudantes mesmo respondendo que não sabiam como ocorria a transmissão do sentido da dor, boa parte deles tinham pelo menos uma ideia de que o sistema nervoso estava envolvido nesse processo e alguns também conseguiram relacionar os neurotransmissores. Ao se comparar as respostas dos que responderam sim para a primeira questão com 14 dos estudantes que responderam não para a questão, é possível notar grande semelhança nas respostas, todos citando basicamente o sistema nervoso e os neurotransmissores.

Apesar de haver outras respostas variadas, é possível afirmar que a maioria citou corretamente que o cérebro é uma parte responsável pela interpretação da dor, quando analisamos o total de estudantes 19 deles citaram o cérebro ou sistema nervoso como sendo o responsável pela interpretação da dor, apenas oito estudantes não citaram essas partes ou não responderam a questão. No entanto, como a parte responsável pela interpretação do sentido da dor é somente o cérebro, quaisquer outras respostas além desta é passível de ser considerada errada, dessa forma, apenas sete estudantes responderam a questão corretamente, considerando as respostas sistema nervoso ou cérebro como correta.

**A terceira questão foi disponibilizada da seguinte forma “Você considera a afirmação de que algumas pessoas sentem mais dores do que outras verdadeira? Se sim, você saberia explicar por quê?”.**

Essa questão teve uma grande diversidade nas respostas, de todos os participantes quatro responderam que não sabiam ou que não conseguiriam responder a questão, um respondeu que não, que todas as pessoas sentiriam a dor na mesma intensidade, e os demais 22 responderam sim. Desses últimos, dez deles justificaram apenas que algumas pessoas são mais sensíveis a dor do que outras, não sabendo explicar a causa dessa sensibilidade, dentre os outros houve várias repostas diferentes, alguns disseram que não sabiam justificar, alguns citaram que o fator que levava uma pessoa a sentir mais dor do que outras seria a diferença em seu metabolismo, outras citaram a diferença na alimentação, outro citou a prática de atividade física, um citou fatores genéticos para provocar essa diferença e um citou que a diferença aconteceria pela diferença na distribuição de sensores do sentido na pele.

É importante citar que nessa questão pelo menos um citou a distribuição de sensores pelo corpo como fator que faria uma pessoa sentir mais dor do que outra, essa resposta é importante, pois nenhum relatou a presença de sensores como parte integrante responsável na interpretação da dor na questão número dois do questionário. Isso demonstra que mesmo o estudante sabendo da existência de sensores no nosso corpo, ele não conseguiu relacionar esses sensores como parte integrante para a percepção da dor no corpo humano.

A intenção dessa questão não foi saber do estudante se ele realmente sabe se algumas pessoas sentem mais dores do que outras, visto que a sensibilidade à dor é uma experiência altamente individual e pode ser influenciada por uma combinação complexa de fatores biológicos, psicológicos e sociais. A real intenção foi fazer com que os estudantes relacionassem como ocorre o sentido da dor com a intensidade dessa sensação, para que assim pudessem formular suas respostas, como as questões anteriores mostraram que os estudantes possuíam uma dificuldade na compreensão do funcionamento da dor, fato que justifica a

dificuldade em responder a questão citada. Certamente a diversidade de respostas na questão mostra a dificuldade de entender o funcionamento do sentido da dor, bem como realmente saber se algumas pessoas sentem ou não mais dores do que outras e quais os fatores que interferem nesse processo.

## 7.2. ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DE HIPÓTESES E DAS CONCLUSÕES DAS SITUAÇÕES PROBLEMAS

Depois do questionário inicial, foram disponibilizadas aos estudantes que estavam divididos em grupos as situações problema, assim, eles deveriam discutir e levantar uma hipótese inicial de acordo com seus conhecimentos prévios. Ao final das discussões, apresentaram as hipóteses levantadas pelos grupos, e como esperado, todas elas careciam de informações, algumas possuíam informações coerentes e interessantes sobre a situação problema outras, no entanto, estavam bem equivocadas. Nessa etapa, realmente não era esperado que eles chegassem a hipóteses consideradas corretas em relação às situações problema, o intuito era despertar o interesse e levá-los a buscar as informações corretas para que conseguissem, dessa forma, chegar às informações corretas e assim produzir seu conhecimento sobre o tema durante a realização das pesquisas.

Após o levantamento das hipóteses, houve a fase de pesquisa, eles tiveram a oportunidade de buscar informações para poder comprovar suas hipóteses ou de mudar suas concepções a respeito das situações problemas pesquisadas.

Aqui trazemos um condensado das hipóteses iniciais apresentadas pelos estudantes e as conclusões a que chegaram depois das pesquisas:

**Questão problema 01: Lucas foi ao médico sentindo muita dor por causa de um tombo que havia levado momentos antes, ele perguntou ao médico se existiria a possibilidade de fazer algum procedimento para nunca mais sentir dor em sua vida. O médico respondeu a Lucas que não existiria essa possibilidade e que o fato de sentir dor de certa forma é bom para os seres humanos. Diante do exposto você saberia explicar como funciona o sentimento da dor? Quais os mecanismos biológicos envolvidos no processo da dor?**

Os estudantes concluíram inicialmente que a dor se manifesta quando algo de errado ocorre em nosso organismo por meio de estímulos enviados pelos nervos ao cérebro para que ele libere alguma reação. Eles relataram que neurotransmissores estão ligados a uma área do nosso cérebro e que eles permitem que nosso corpo sinta a dor. A reação liberada pelo cérebro

é enviada para o local por meio dos nervos e acontece a sensação da dor produzida por células locais.

Foi possível notar que os estudantes desse grupo se mostraram um tanto quanto perdidos para elaborar a hipótese inicial, houve bastante conversa até que chegassem à ideia inicial. Foi possível notar que surgiram várias ideias de supostas partes do corpo que estariam ou não envolvidas no sentido da dor, como sangue, pele, músculos, dentre outros. Para finalizar a hipótese, eles conseguiram elaborar um conceito mais simples, que de certa forma tem um pouco de coerência, apesar da explicação um pouco confusa e da falta de informações, porém, ao apresentarem o conceito, não se mostraram confiantes na hipótese, deixando claro que discutiram muito até chegarem ao resultado.

Como resultado de suas pesquisas, apresentaram primeiramente um pequeno *feedback* das informações levantadas pelo grupo na hipótese inicial, o próprio grupo relatou que inicialmente havia várias ideias e que, apesar da dificuldade, eles levantaram uma hipótese que tinha alguns erros e alguns acertos. Apontaram que os principais erros foram que os neurotransmissores seriam os responsáveis diretos pela interpretação da dor, que no caso é reponsabilidade do cérebro, outro equívoco seria de que o cérebro teria a função de mandar a informação para o local onde estaria acontecendo algo de anormal para que as células desse local produzissem a dor, e não ele próprio fazer essa interpretação.

Após essa reflexão inicial, apresentaram que o sentido da dor ocorre inicialmente pela ativação de sensores de dor espalhados pelo corpo, esses sensores produzem uma informação nervosa, que é levada ao cérebro que irá interpretar a informação e produzir a sensação de dor, apesar de sentirmos a dor no local do corpo, onde ocorreu o dano, a informação é processada e produzida a sensação dolorosa no cérebro.

Os estudantes também apresentaram que existem sensores de vários tipos, e conseqüentemente são ativados por várias situações diferentes, como pressão, calor, frio, contração muscular excessiva, dentre outros. Houve também uma breve explicação da forma de atuação desses sensores, e de como eles podem produzir sensações diferentes em pessoas diferentes.

**Questão problema 02: Ana estava correndo e estava se sentindo bem, porém, quando chegou em sua casa e tirou o tênis, notou um corte no pé, mas estranhamente não sentia dor, um tempo depois passou a senti-la. Como você explica a ausência de dor em um momento e o surgimento dela em outro?**

Os estudantes, em suas hipóteses iniciais, relacionaram que o fato que fez com que Ana não sentisse dor naquele momento foi de que o sangue dela estava quente e que quando ela parou de fazer atividade física, e conseqüentemente o sangue esfriou, passou então a sentir a dor. Questionados se era possível uma pessoa sentir dor somente quando o sangue estivesse frio, eles levantaram a hipótese de que com o sangue pouco quente também seria possível sentir a dor e que a dor só não seria sentida apenas quando o sangue estivesse bem quente. Também durante as discussões surgiu o questionamento se caso alguém se machucasse e estivesse sentido muita dor e começasse a fazer uma atividade física para esquentar o sangue se a dor diminuiria ou desapareceria pelo fato de o sangue estar quente, os estudantes concluíram que sim, a dor poderia diminuir caso fosse realizado uma atividade física intensa.

Ao apresentarem as conclusões finais, o grupo começou justificando a hipótese inicial, a qual estava errada e que como eles não sabiam a resposta da questão se direcionaram por conhecimentos populares que haviam recebido por seus familiares ao longo de suas vidas e como todos tinham recebido informações semelhantes foi muito fácil desenvolver a ideia justificando o sangue quente, apesar de errada.

Depois da justificativa inicial, os estudantes apresentaram suas conclusões e mostraram que a situação que faz com que a dor não seja sentida, ou percebida com intensidade menor, é por causa da atuação de certos neurotransmissores. Eles concluíram também que, no caso da situação problema proposta, provavelmente Ana não sentiu a dor porque no momento em que estava praticando atividade física seu corpo estava produzindo endorfina, neurotransmissor que atua como analgésico natural do corpo. Também concluíram que a falta de dor pode ter sido influenciada pela produção de adrenalina, que pode ser liberada por causa da atividade física, neurotransmissor que também influencia no sentido da dor, pois ele prepara o corpo para lidar com situações de estresse, fazendo com que a sensação de dor seja percebida de forma menos intensa nesses momentos.

**Questão problema 03: Pedro estava andando de bicicleta certo dia, quando repentinamente sofreu um acidente e caiu da bicicleta. Ao analisar o seu corpo, Pedro notou que havia sofrido várias escoriações semelhantes em várias partes do corpo como no braço, pernas e região abdominal, no entanto, estava sentindo uma dor muito intensa na região abdominal e que nas outras regiões que estava com machucados semelhantes Pedro sentia dores mais fracas. Como você explicaria o fato de sentirmos dores mais intensas em determinadas partes do corpo?**

Inicialmente os estudantes concluíram que a região abdominal seria uma região mais sensível, assim como ocorre em outras regiões como o rosto e as mãos. Os estudantes



levantaram a hipótese de que nessas regiões poderiam existir alguns tipos de sensores que captem situações que provoquem a dor e que possivelmente nessas regiões teriam sensores diferentes se comparado com partes do corpo menos sensíveis ou que poderia ser uma região com uma concentração maior de sensores genéticos. Quando questionados sobre a função e a atuação desses sensores, eles tiveram dificuldade em formular uma hipótese de como seria a sua atuação, porém concluíram que eles seriam os responsáveis por provocar a dor, e que de alguma forma esses sensores receberiam a informação do cérebro e provocaria a dor, ou seja, para eles a dor seria provocada pelos sensores e que o comando partiria do cérebro e que a dor seria produzida nos sensores.

Após as pesquisas, concluíram que a hipótese inicial formulada por eles não estava completamente errada e que os responsáveis pelo fato de sentirmos mais dores em determinado local era realmente a distribuição de sensores de forma diferente em nosso corpo. O grupo iniciou a apresentação dos resultados pedindo para que os estudantes arrancassem um pelo do rosto e um pelo da perna na região da panturrilha e fizessem a análise de qual local o pelo arrancado causaria maior dor, eles levaram uma pinça para facilitar o processo. Mesmo a maioria dos estudantes não arrancando os pelos, eles já concluíram que o pelo da face causaria maior dor do que o da perna, os estudantes explicaram então que esse fato ocorre em nosso corpo porque temos partes com presença maior de alguns sensores, o que torna essas partes mais sensíveis à dor. Eles trouxeram ainda a informação das partes mais sensíveis nos humanos, como, por exemplo, os homens têm sensibilidade maior nos testículos, já as mulheres a região dos seios seria muito sensível, e de modo geral a face e as costelas são regiões bem sensíveis nos humanos.

Os estudantes explicaram que com a quantidade maior de receptores sensoriais em locais mais sensíveis também se faz necessário uma quantidade maior de terminações nervosas responsáveis por levar as informações captadas para o sistema nervoso central, o qual irá interpretar e produzir o sentido de dor. Eles relaram que na hipótese inicial o grupo acreditava que os sensores eram os responsáveis pela produção da dor e que com a pesquisa descobriram que os sensores são responsáveis por captar informações de anomalias locais e enviá-las ao cérebro, que fará esse processo ocorrer, ou seja, alguns estímulos fazem esses sensores produzirem um sinal que será levado até o sistema nervoso central, e será interpretado e produzirá a sensação dolorosa.

**Questão problema 04: Depois do acidente, Pedro foi ao médico o qual receitou um medicamento para que ele tomasse para diminuir a dor, no entanto, Pedro ficou pensativo de como o medicamento iria atuar justamente no local em que ele estava**

**sentindo dor, visto que a maior parte de seu corpo não havia sofrido nenhuma lesão. Explique como os medicamentos agem especificamente no local onde está a dor?**

A hipótese inicial do grupo foi de que os medicamentos aumentam a capacidade do corpo de sentir dor, ou seja, quando se toma o medicamento a pessoa continua sentido dor, só que o corpo suportaria uma dor maior do que a que estava sentido antes, dessa forma, a dor passa a não ser sentida ou sentida em proporção menor. Depois da elevação do nível do sentido da dor, os neurotransmissores enviariam mensagens ao cérebro para que a dor parasse, agindo como uma forma de anestésico. Resumindo, no conceito levantado por eles, os medicamentos para dor atuam alterando o nível de sensação da dor, e que, depois desse fato de alguma forma não explicada pelos estudantes, o cérebro receberia informações e pararia a sensação de dor.

Para a conclusão final do grupo, eles trouxeram uma apresentação em imagens em que levaram aos demais estudantes a informação de que os medicamentos para dor atuam bloqueando os sinais da dor, ou seja, eles atuam inibindo os receptores da dor de receberem as informações de alterações locais que eventualmente chegariam ao cérebro que produziria a sensação de dor. Os estudantes também explicaram que os medicamentos ao serem tomados caem na corrente sanguínea e percorrem todo o corpo da pessoa e vão agir nos locais que estiverem ocorrendo as alterações químicas ou morfológicas que eventualmente levariam a dor, desta forma, um único analgésico tomado pode fazer com que cesse a dor em várias partes do corpo.

Outra informação apresentada pelo grupo foi de que existem vários medicamentos para dor, e que cada um deles possui mecanismos de ação específicos, o que faz com que o seu modo de ação seja dependente de sua fórmula química. Os estudantes apresentaram três tipos de medicamentos para a dor, analgésicos, anti-inflamatórios e opioides, e fizeram uma breve explicação de como agem cada um deles em nosso corpo.

Na apresentação, mostraram que os analgésicos são geralmente utilizados para aliviar dores leves e moderadas e que esses tipos de medicamentos atuam bloqueando a transmissão dos sinais de dor para o cérebro. Já os anti-inflamatórios são utilizados para reduzir as respostas inflamatórias do corpo, inflamações estas que levam a uma sensação de dor. A atuação dos anti-inflamatórios ocorre inibindo a produção de substâncias químicas chamadas de prostaglandinas, que são responsáveis por inflamações que causam alterações químicas no corpo e conseqüentemente a sensação de dor. Para os tratamentos de dores crônicas ou muito intensas, eles relataram que são utilizados medicamentos do tipo opioides, o medicamento atua ligando-se a receptores específicos chamados de receptores opioides, e essa ligação

impede a passagem da informação para o sistema nervoso central, o que bloqueia a sensação de dor.

Os estudantes também relacionaram que o uso indiscriminado de analgésicos, muitas vezes até sem prescrição médica, pode fazer com que esses medicamentos percam a função ao longo do tempo. Também informaram que o uso indiscriminado pode causar dependência, e houve breves comentários de que algumas drogas ilícitas, como a heroína, têm origem comum com medicamentos do tipo opioides.

### 7.3 RODA DE CONVERSA FINAL

A roda de conversa final teve como objetivo realizar um momento reflexivo entre os estudantes. Eles tiveram a oportunidade de expor suas opiniões sobre o assunto trabalho, a abordagem trabalhada, a forma como conduziram suas pesquisas e compartilharam a sua construção de conhecimento a respeito do sentido da dor.

No contexto geral a roda de conversa se mostrou como uma ótima ferramenta para compartilhamento de informações entre os estudantes, pois várias informações adicionais sobre o funcionamento da dor foram compartilhadas como dor fantasma, dor emocional, relação da dor crônica com qualidade de vida dentre outras. Também houve algumas tiradas de dúvidas, já que alguns assuntos em que os estudantes ainda necessitavam de informações acabaram também sendo assunto na roda de conversa.

As questões aqui apresentadas foram norteadoras da roda de conversa, também houve outros assuntos além dessas questões, o teor desses assuntos, quando importantes, é trazido concomitantemente com as questões apresentadas abaixo e também durante a discussão.

#### **Questão 01 - Vocês consideram que hoje sabem como funciona o sistema da dor?**

A maioria dos estudantes relatou que, ao finalizar da sequência didática, sabiam como funcionava a interpretação da dor no corpo humano, ou que pelo menos faziam uma ideia de como ela funciona. Essa é uma informação importante já que no questionário inicial a maioria dos estudantes respondeu que não sabiam como funcionava o sentido da dor, aqui foi possível perceber a mudança de posicionamentos deles próprios a esse respeito.

#### **Questão 02 - Os conceitos que vocês possuíam sobre a dor mudaram desde o início da pesquisa até hoje?**

Os estudantes disseram que a maioria dos conceitos que possuíam sobre a dor havia mudado, alguns relataram que basicamente não sabiam nada de como a dor funcionava em nosso corpo e que com a pesquisa passaram a compreender. Outros relataram que, apesar de

inicialmente ter uma ideia que consideravam correta sobre o funcionamento do sentido da dor, com a pesquisa esses conceitos teriam melhorado consideravelmente. A mudança de concepção sobre o assunto trabalhado é justamente o objetivo do ensino por investigação, ou seja, fazer os estudantes construir conhecimento sobre o assunto que demonstraram não possuir nos conhecimentos prévios.

Um aluno comentou que não imaginava que para todo tipo de dor que nosso corpo sentia a informação devia ir ao cérebro para poder ser sentida, alguns relataram que ao final das pesquisas conseguiram concluir que inicialmente tinham algum conhecimento correto sobre o sentido da dor, e com a pesquisa foi possível complementar seus conhecimentos prévios.

### **Questão 03 - Quais as informações que vocês descobriram que consideram mais importantes?**

Essa questão fez com que surgissem várias opiniões diferentes, normalmente relacionadas com o assunto em que o grupo tinha aprofundado suas pesquisas. No geral, houve vários relatos de que o mais importante foi entender como nosso corpo produz a sensação de dor, onde ela surge e por que a sensação é produzida e como nosso corpo reage a essa sensação. O grupo que pesquisou sobre os medicamentos citou que descobrir sobre a atuação dos medicamentos foi muito importante, pois retrata ações que são realizadas cotidianamente por todas as pessoas no primeiro sinal de dor.

Alguns estudantes relataram que consideraram muito importante descobrir como vivem as pessoas que não sentem dor, segundo os estudantes todas as pessoas têm o desejo de nunca mais sentir dor, só que todos sabem que isso não é bom e traria vários problemas em nossas vidas, porém ver como essas pessoas vivem, fato que ocorreu durante suas pesquisas, é muito impactante e dramático. Um dos estudantes citou o fato de uma dessas pessoas ter comido a própria língua e não ter sentido nada, foi algo que eu não imaginava que ocorria mesmo com pessoas que não sentem a dor, relatou a estudante.

Um assunto que também foi citado pelos estudantes foi a dor crônica, alguns estudantes inclusive citaram que parentes próximos possuíam algumas dessas condições, como a fibromialgia e artrite. A qualidade de vida dessas pessoas e como o corpo delas reage no cotidiano também foram assunto de reflexão para a turma, pois, como foi citado por eles, quem não sente esse tipo de dor dificilmente consegue entender o drama vivido por essas pessoas.

Uma das estudantes relatou que achou interessante descobrir que realmente existe dor emocional, que ela já tinha ouvido falar, mas que não sabia se realmente existia, segundo ela,

já ouviu que uma pessoa com problemas psicológicos poderia sentir mais dor, só que ela acreditava que isso não fosse verdade, e com a pesquisa descobriu que vários fatores podem influenciar como nosso corpo irá interpretar as informações e produzir a sensação de dor. A estudante revelou que viu um vídeo no *YouTube* sobre o assunto e com o relato dela vários outros estudantes afirmaram também ter visto o vídeo<sup>2</sup> e durante a roda de conversa houve até um pequeno debate sobre o assunto. É importante ressaltar que ele não estava contido nos dados recomendados para estudo.

A busca por informações adicionais sobre assuntos de seu interesse é importante, pois essa situação faz com que os estudantes possam emancipar seu conhecimento. Dessa forma eles se envolvem ativamente na busca de conhecimento, na resolução de problemas, na expressão de suas próprias ideias e na tomada de decisões sobre sua própria educação.

**Questão 04 - Vocês acham que as informações obtidas farão alguma diferença em sua vida cotidiana?**

A maioria dos estudantes relatou que considerava importante saber como a dor atua em nosso corpo e por que sentimos dores mais intensas do que outras, por que algumas são passageiras e outras mais duradouras.

Vale ressaltar aqui a fala de um estudante que relatou o seguinte: as informações foram importantes para mim, sim, agora basta eu convencer minha mãe de que a dor de cabeça que ela sente é curada por causa dos remédios que ela toma, e não da reza que a vovó faz.

Outro relato importante, de outro estudante, nessa discussão foi o seguinte: só agora descobri o porquê de quando estou jogando futebol geralmente não sinto nenhuma dor e quando chego em casa aparece algumas dores no meu corpo, que geralmente nem sei de onde vieram.

Outro relato importante feito por um terceiro estudante e que também embasa o aprendizado foi: pô, é massa demais toda vez que você vai tomar um remédio a gente saber o que ele vai fazer no nosso corpo, saber disso até ajuda a escolher o remédio que vou tomar. Foi massa!

Vários outros estudantes compartilharam informações que consideravam importantes em seu cotidiano, o que evidencia a importância do aprendizado. Fazer o estudante saber que o aprendizado faz o que pode fazer diferença em seu cotidiano é um dos pontos mais importantes e necessários do processo de ensino-aprendizagem.

---

<sup>2</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=YeHSuuaZgZA>

**Questão 05 - Quais as principais fontes de pesquisas realizadas por vocês?**

As fontes de pesquisa foram bem diversificadas, os alunos utilizaram as fontes recomendadas, porém a maioria deles também utilizou outras fontes, como *vídeos, podcast, e sites diversos*. Uma citou que encontrou um material muito bom em um site em inglês, que ela não lembrava exatamente qual era no momento e que para ela e seu grupo foi muito esclarecedor sobre a atuação dos medicamentos no corpo humano. Os estudantes relataram que os livros didáticos não trouxeram informações suficientes para que eles pudessem compreender o assunto, inclusive um estudante fez a seguinte crítica: imagine um assunto importante desse e a gente não conseguiu encontrar nada nos nossos livros! Por que eles não consideram esse assunto importante?

Segundo os estudantes, os livros didáticos trabalham a temática sobre a dor bem brevemente quando se discorre sobre os sentidos dentro do assunto do sistema nervoso, só que de maneira bem superficial, apenas citando a dor em breves comentários. Apenas pelo livro seria impossível pesquisar algumas temáticas, como, por exemplo, a produção do sentido da dor, a atuação de medicamentos e a ocorrência de dores mais intensas em diferentes momentos de nossas vidas.

**Questão 06 - Vocês acharam interessante esse tipo de aula em que vocês próprios pesquisam as informações?**

Os estudantes relataram que foi interessante a pesquisa e a forma como foi direcionada a investigação. Eles relataram que o crucial para poder se empenhar nas pesquisas foram as situações problema, pois fizeram com que despertassem bastante interesse pelo tema e realizassem as pesquisas com mais qualidade. Segundo eles: foi interessante o problema, pois é algo do nosso dia a dia e com ele veio a pergunta do porquê nunca ter pensado em como o remédio que tomamos vai saber ou vai atuar justamente onde está a dor, afinal, o mesmo remédio que eu tomo para dor de cabeça, eu tomo para dor na perna – fala de um dos estudantes pesquisados.

Outro fator que eles consideraram interessante foi o fato de terem liberdade para poder pesquisar em qualquer lugar, pois, segundo eles, é comum os professores passarem questões e pedirem para lerem algumas páginas e responderem as questões. Com essa liberdade de pesquisa, mais assuntos e de forma mais rápida são acessados, o que aperfeiçoa as repostas das questões apresentadas.

Um dos estudantes citou um ponto importante, pois, segundo ele, foi interessante eles próprios poderem pesquisar sobre o assunto, só que em alguns momentos da pesquisa se chegou a tantas informações, que eles próprios ficaram um pouco perdidos, como, por

exemplo, ele citou que começou a pesquisar como os receptores enviavam a informações ao cérebro e em determinado momento estava vendo as partes do cérebro e como ele era dividido em funções de cada parte, qual a parte responsável pela memória etc. Esse fato retrata a necessidade de um direcionamento da pesquisa por parte do professor, uma vez que o excesso de informações poder fazer com que o aluno fique confuso sobre o assunto e não consiga absorver as informações, se desinteressando pelo assunto.

Outro ponto negativo citado pelos estudantes foi a facilidade de perderem o foco durante a pesquisa, como se trabalha com tecnologia, e essas estão relacionadas a rede sociais, é comum que os estudantes em determinado momentos acabem se direcionando a rede sociais e interrompam as pesquisas mesmo que momentaneamente. Vale citar o relato da uma das estudantes: foi bom pesquisar dessa forma, geralmente não temos a liberdade de mexer com os celulares a hora que quisermos, o problema é que sempre damos uma escapulida e entramos no *Instagram*, isso acaba atrasando o trabalho.

## 8 DISCUSSÃO

Ao analisar a pesquisa e todas as suas etapas, vários parâmetros foram observados para entender se os alunos efetivamente conseguiram construir conhecimento por meio da sequência didática utilizada. Entre esses parâmetros, estão: a participação na pesquisa, a discussão no levantamento das hipóteses e desenvolvimento da pesquisa, a mudança ou confirmação das hipóteses iniciais em relação à conclusão final e a relação das situações pesquisadas com situações do cotidiano.

Analisando o questionário inicial, a primeira questão mostrou a necessidade de os estudantes desenvolverem o aprendizado sobre a dor, pois 74% dos alunos pesquisados responderam que não sabiam como funcionava o sentido da dor. Ao considerar que se trata de uma turma de 3º ano do ensino médio, turma já com grande bagagem educacional e prestes a concluir o ensino médio, era esperado que a grande maioria possuísse conhecimento sobre o tema, principalmente quando se considera que se trata de um assunto importante e de grande relevância na vida cotidiana de todas as pessoas. Por ser a dor uma experiência sensorial e emocional altamente complexa, que envolve sensores especializados para cada tipo de estímulo que pode exercer várias funções em nosso corpo (Guginski, 2008), a baixa taxa de estudantes que se consideravam conhecedores do funcionamento da dor é preocupante, demandando mudança na relevância dispensada a essa temática no ensino.

Analisando as questões iniciais, é possível identificar que a classe tinha conhecimento de que o sistema nervoso era responsável pela interpretação da dor, apesar de boa parte deles responder que não sabia como essa sensação é produzida. É possível deduzir que eles provavelmente não trabalharam efetivamente um conteúdo sobre dor, porém com seus conhecimentos prévios de fisiologia e sistema nervoso conseguiram relacionar corretamente como algumas partes do corpo participam efetivamente do processo de produção da sensação dolorosa.

Ao responderem outras partes do corpo, além do cérebro, como responsáveis pela dor e também pela grande diversidade de estudantes que não conseguiram relacionar o porquê de algumas pessoas sentirem mais dores do que outras, foi possível perceber que eles careciam de muitas informações sobre o funcionamento da dor. É necessário sempre conhecer e valorizar os conhecimentos prévios da turma e a partir deles direcionar a metodologia de ensino para que possam aprender melhor. A primeira necessidade do ensino é saber o que sabem, o que podem aprender e os seus interesses (Zabala, 1998). Sabendo da necessidade de conhecimento sobre o assunto pelos estudantes foi possível analisar o desenvolvimento deles



durante as demais etapas da pesquisa, a fim de descobrir a construção de conhecimento por parte deles.

Quanto à participação na pesquisa, pode-se concluir que foi satisfatória, eles demonstraram grande interesse e se mostraram bem ativos durante o levantamento das hipóteses, foi possível notar a discussão de alguns até mesmo em outros grupos que não eram o que estavam participando como integrante. Houve bastante troca de informações, o que comprova a participação e o interesse, e de todos os estudantes é possível afirmar, pelas observações, que apenas um estudante não participou ativamente das discussões para o levantamento das hipóteses iniciais, no entanto, ele participou das outras etapas da pesquisa mesmo que de forma menos intensa do que os demais. O fato de alguns se mostrarem pouco motivados é algo normal, pois, como entende Sasseron (2015), não são todos os conteúdos que despertam interesse de imediato e nem todos os estudantes vão se mostrar motivados em toda a pesquisa, esse é justamente um papel crucial que o ensino por investigação desempenha, fazendo com que os alunos possam desenvolver o interesse por temas que por algum motivo não se mostre interessante em um primeiro momento. Também Wilsek e Tosin (2013) consideram tornar o ensino de Ciências prazeroso, instigante e capaz de levar o ensino para além do discurso autoritário tradicional, um grande desafio a ser vencido pelo ensino por investigação. Certamente ao se observar as interações, a participação e interesse no desenvolvimento da pesquisa e o desenvolvimento dos alunos nos processos propostos, é possível afirmar que o objetivo na aplicação do ensino por investigação que buscava despertar o interesse certamente foi alcançado.

Outro fato que demonstra o interesse no tema foi o fato de muitos terem feito perguntas ao professor durante as discussões dos grupos, a realização dessas perguntas demonstra que eles estavam engajados no assunto e queriam sanar suas dúvidas. Também foi possível observar muito empenho nas pesquisas, em que a maioria realizou várias pesquisas diferentes, em alguns grupos houve divisões de tarefas para que cada um pesquisasse um tema específico. Em alguns grupos, vários levantaram hipóteses diferentes inicialmente e posteriormente todos os integrantes discutiam a viabilidade ou não da hipótese. Todos esses fatores são esperados, pois a utilização de situações problema tem por finalidade o interesse dos estudantes pelo conteúdo e fazer com que tenham empenho e curiosidade para realizarem as pesquisas necessárias, fatos estes que foram observados durante todas as fases da pesquisa. Para Aragão, Silva e Mendes (2019), um dos papéis fundamentais do ensino por investigação é tornar o ensino atrativo, a participação ativa no processo de ensino-aprendizagem faz com

que o conteúdo fique mais instigante fazendo com que o aluno desperte o interesse e tenha maior facilidade em construir conhecimento.

Sobre as conversas e discussões, Sasseron (2015) evidencia a importância das divergências de ideias, não que seja necessário haver embates entre eles, porém a partir desses conflitos de ideias entre a classe o professor fomenta as investigações. Dessa forma, todas as discussões se mostraram importantes, mesmo aquelas em que se discutiam assuntos bem distantes do conteúdo trabalhado, porém as diferentes linhas de pensamento e relação ao tema trabalhado contribuíram para que os estudantes construíssem o seu conhecimento. Ainda de acordo com a autora são necessárias interações entre os colegas, entre eles e o professor e também com o material trabalhado, só assim que o ensino por investigação obtém êxito.

Quanto ao conhecimento do assunto, foi possível perceber que inicialmente eles demonstraram ter dificuldade em compreender como funciona o sentido da dor, alguns fizeram algumas perguntas que demonstravam pouco conhecimento sobre o assunto. É importante ressaltar que esse processo de questionamento é esperado, sendo uma das importantes etapas do ensino por investigação. A Ciência é justamente fruto de questionamentos, por meio deles que se começa o processo científico. Para Silva, Ferreira e Vieira (2017), os questionamentos são mais importantes do que as próprias respostas. Também é importante trazer as colocações de Wilsek e Tosin (2013), que acreditam que o professor ao desenvolver o ensino por investigação, deverá acompanhar as discussões, provocar novas questões, questionar e conduzir o processo de ensino. Nesse sentido, as questões levantadas foram direcionadas para que eles pudessem aprofundar em suas pesquisas, algumas foram respondidas, outras em forma de conversa foram remetidas a outras questões e no geral os questionamentos serviram como uma espécie de impulsão para as pesquisas.

Algumas das importantes questões apresentadas foram: professor, a dor é sentida na carne, ou seja, são as células que sentem a dor né?; como que a dor é sentida no cérebro?; quando sentimos uma dor muito forte o local machucado fica até latejando, a dor tá ali; acredito que a dor seja sentida no local. Se sentirmos a dor tão rápida é porque tem algo na pele que produz a dor?; a forma como a dor é sentida é diferente quando sofremos um machucado de quando sentimos uma dor de cabeça?; por que nosso corpo sente dor?; por que pessoas velhas sentem mais dores? Será que tem alguma diferença na carne das pessoas idosas diferentes das pessoas mais novos ou a diferença está no cérebro?

Esses questionamentos são esperados, e para Sasseron (2015), é uma etapa importante do ensino por investigação, pois dessas questões novas ideias vão surgindo e se

transformando em novas avaliações. A participação ativa da sala, por meio de perguntas durante as aulas, é fundamental para estimular a curiosidade, promover o pensamento crítico e construir um ambiente de aprendizado colaborativo, onde o conhecimento pode ser construído coletivamente.

Todas essas dúvidas, dentre outros questionamentos, comprovam que alguns estudantes possuíam dificuldades em compreender como ocorre a construção do sentido da dor, e que as situações problema fizeram com que despertar o interesse pelo tema, e conseqüentemente os estudantes realizaram as pesquisas com qualidade. Despertar o interesse é importante, pois um aluno motivado certamente aprende melhor o conteúdo estudado. No entanto, despertar o interesse muitas vezes se mostra um desafio, pois, especialmente na atualidade onde vários fatores dificultam esse processo, a utilização das situações problema propostas fez com que os estudantes se mostrassem interessados, o que certamente foi um fator fundamental para a construção do conhecimento dos estudantes sobre o sentido da dor.

Já em relação às discussões, é necessário fazer um comparativo das conversas entre os estudantes observadas durante a pesquisa. É importante ressaltar que, de acordo com as ideias de Motokane (2015), a construção de argumentos pelos estudantes é uma fator primordial do ensino por investigação e quando fundamentado em conceitos científicos pode ser um indicador de conhecimento. Não é possível fazer uma análise de todas as falas e discussões dos grupos e trazer todos os argumentos, visto a quantidade dessas informações. Aqui foram analisados argumentos considerados importantes, levando em conta o aprendizado e o interesse dos grupos e a relação com o tema pesquisa. Para se fazer essa análise foi utilizado discussões que em algum momento o assunto discutido ou questionado entre tenha sido retomado por meio de novos questionamentos ou conversas que confirmassem a fragilidade no entendimento dos estudantes ou que confirmassem o aprendizado deles.

Como já mencionado anteriormente, foi possível perceber a fragilidade dos alunos em entender efetivamente o funcionamento do sentido da dor, ficou demonstrado durante as próprias discussões entre eles que alguns pouco conheciam sobre a dor e seu funcionamento e os que conheciam de certa forma careciam de certo aprofundamento no tema. Como o exemplo da fala de um estudante que perguntou aos integrantes do grupo se o corpo libera alguma substância no local da lesão para sentirmos a dor. O grupo discutiu bastante a questão realizada durante o levantamento das hipóteses iniciais, nessa discussão alguns acreditavam que sim, que alguma substância deveria ser liberada naquele local para que a dor fosse sentida, já outros acreditavam que para que a dor fosse sentida seria necessária apenas a interpretação do cérebro. Essa questão foi retomada na apresentação final do grupo, que

pesquisou sobre o funcionamento dos medicamentos, onde eles próprios inicialmente apresentaram que alguns estudantes pensaram que para o corpo sentir a dor alguma substância interna deveria ser liberada no local, e que naquele momento depois das pesquisas eles concluíram que isso não acontecia, que para que sentirmos a dor são necessários os estímulos químicos e a interpretação do sistema nervoso. Apesar do conceito errado não ter sido apresentado nas hipóteses iniciais, foi possível perceber que alguns participantes do grupo tinham essa concepção e que na apresentação final esse conceito havia mudado.

Para Sasseron (2015), quando estão presentes informações, posicionamentos e interpretações conflitantes entre os participantes da pesquisa, é justamente quando ocorre a investigação. Poder analisar o conflito de ideias e a evolução dessas ideias e posicionamentos ajudaram a evidenciar que houve aprendizado por parte dos grupos, pois um conceito equivocado foi substituído por informações verdadeiras sobre o conteúdo trabalhado a partir das pesquisas realizadas por eles.

Como é entendido por Carvalho (2013), para que os alunos possam mudar a forma de pensar e construir novas concepções, eles devem ter a oportunidade de errar e de acordo com as avaliações de seus erros possam também chegar a acertos, isso é exatamente o que se observa no processo apresentado, que a partir dos erros de concepções sobre o sentido da dor, conseguiram construir novos argumentos e dessa forma construir o seu conhecimento. É fundamental que os estudantes entendam que no ensino por investigação erros são comuns e importantes, pois, a partir disso eles podem se direcionar para que consigam buscar informações para corrigir os erros e desenvolver a pesquisa.

Outro assunto que foi possível perceber a mudança de entendimento foi sobre o fato de ser benéfico ou não a possibilidade de não sentirmos dor. Durante as conversas iniciais, alguns grupos discutiram sobre o assunto e muitos defendiam a ausência de dor como algo benéfico, que faria com que os humanos tivessem uma qualidade de vida melhor ou pudessem desenvolver atividades que seriam impossíveis com o sentimento da dor. Já nas apresentações finais e até mesmo durante as conversas ao decorrer das pesquisas, eles mudaram suas concepções e a maioria sabia que a ausência de dor no corpo humano é altamente maléfica para o indivíduo. Vale ressaltar que o fato que fez com que chegassem a construção desse conhecimento mais rápido foi a influência de outros alunos, já que, apesar de haver muitos com a concepção errada, alguns sabiam da necessidade do corpo humano de sentir dor e das possíveis consequências que a ausência desse sentido ocasionaria ao corpo, e durante as discussões eles compartilharam seus conhecimentos e opiniões, o que influenciou alguns para

determinada linha de raciocínio ou para realizarem suas próprias pesquisas, o que proporcionou a mudança de pensamento.

Uma das prerrogativas do ensino por investigação é fazer com que o estudante possa mudar ou confirmar suas hipóteses iniciais por meio de suas pesquisas, e quando isso ocorre com a participação de outros é importante porque leva o discente que já possui o conhecimento correto sobre o assunto a ter a chance de poder expressar seu conhecimento mostrando a importância da construção desse conhecimento ocorrido anteriormente. Já para o estudante que está aprendendo, é mais fácil e prazeroso construir conhecimento a partir de conversas com seus colegas que ocorrem de forma mais leve e informal do que geralmente ocorre pelas aulas no formato tradicional de ensino. Como entende Carvalho (2013), é muito mais fácil para um aluno propor uma ideia para o colega do que para o professor, e desenvolver a pesquisa em pequenos grupos facilita a comunicação entre eles e melhora a parte afetiva, condições que contribuem para o desenvolvimento da pesquisa e a resolução dos problemas pesquisados.

A atuação de neurotransmissores no processo de produção do sentido da dor também pode ser utilizada como exemplo das falas dos estudantes durante as discussões. Pode se destacar duas colocações diferentes que ocorreram durante o levantamento das hipóteses iniciais, a primeira quando um aluno durante a conversa do grupo afirmou que não sabia a função dos neurotransmissores e nem fazia ideia de que se eles podiam ou não influenciar no sentido da dor. Outra colocação veio de uma aluna, essa inserida em outro grupo, que em determinado momento da discussão disse que certamente os neurotransmissores influenciam de algum jeito a forma de sentirmos dor, ela relatou para os colegas que se lembrava de aulas sobre sistema nervoso e que nessas aulas aprendeu que os neurotransmissores influenciam na transmissão das informações neurais e, segundo ela, certamente esse processo influencia no sentido da dor. As conversas sobre o assunto em ambos os grupos se estenderam a mais do que aqui está relatado, porém essas duas colocações nos traz a ideia de que, por mais que os estudantes soubessem sobre o conceito da função dos neurotransmissores, eles não tinham absoluta certeza da sua atuação no sentido da dor.

Nas conclusões finais, os dois grupos em que esses estudantes citados estavam inseridos argumentaram sobre a influência dos neurotransmissores no sentido da dor. Dessa forma, é possível afirmar que o grupo, e conseqüentemente seus integrantes, pesquisaram sobre o assunto e conseguiram obter as informações corretas sobre o tema pesquisado. Isso demonstra que mesmo esse questionamento não estando explícito nas situações problema, a problemática induziu os estudantes a levantarem essa dúvida e conseqüentemente pesquisar

sobre o assunto e, como demonstrado em suas apresentações, fazer a construção do conhecimento.

O parâmetro mais importante que evidencia o aprendizado certamente é a mudança ou a confirmação das hipóteses iniciais em relação à conclusão final do trabalho. Vale destacar a colocação de Barreto e Teixeira (2013), que acreditam que, para a construção significativa do aprendizado e mudança conceitual, seja necessário conhecer as concepções prévias que os estudantes possuem de outros níveis educacionais seja ele formal ou não para o desenvolvimento adequado do aprendizado. A apreciação desses conhecimentos prévios foi possível pelos levantamentos das hipóteses iniciais dos estudantes que foram feitas de acordo com o conhecimento que possuíam anteriormente, independentes se essas concepções estivessem corretas ou erradas em um primeiro momento.

É importante analisar a construção das explicações de forma cuidadosa, pois a partir dela é possível perceber que o conteúdo estudado passou a ser entendido (Sasseron, 2015). Analisar as explicações das hipóteses iniciais e fazer comparações com as conclusões finais são formas importantes para se observar a construção, ou não, de conhecimento dos estudantes.

Analisando o desenvolvimento do grupo que pesquisou sobre a situação problema em que Ana cortou o pé e não sentia dor no momento e passou a sentir posteriormente, foi possível identificar a mudança nas concepções iniciais. Os próprios estudantes ao apresentarem suas conclusões finais comentaram que inicialmente eles achavam que Ana não sentia dor por causa do sangue estar quente e quando o sangue havia esfriado a dor passou a ser sentida.

O fato dos próprios alunos identificarem uma hipótese errada é justamente onde o ensino por investigação se mostra importante, pois esse conceito que eles julgavam como certo por terem ouvido com frequência e vivenciado em colocações cotidianas, foi possível ser modificado pelas pesquisas realizadas ao longo do trabalho. Esse fato é de extrema importância, fazer o discente mudar uma concepção cultural a partir de suas pesquisas ancoradas no conhecimento científico, é válido nesse contexto citar a ideia de Oliveira *et al.* (2024), que considera importante no ensino por investigação a sua capacidade de fazer o aluno analisar suas observações e começar a refletir sobre suas conclusões. A utilização da situação problema é importante porque faz com que os estudantes possam vivenciar em problemas que ocorrem em situações que poderiam ser reais, o conteúdo teórico das aulas, que em muitas situações não são relacionadas com o cotidiano. Para Brito e Fireman (2018), esse é justamente um dos pontos importantes do ensino de Ciência, fazer com que os

estudantes consigam relacionar os conteúdos estudados com atividades relacionadas com sua vida pessoal e coletiva.

Ainda sobre a apresentação desse grupo, em sua conclusão final o resultado apresentado foi muito diferente do apresentado nas hipóteses iniciais, eles concluíram corretamente que o fato que faz com que Ana não sentisse dor naquele momento foi a liberação de certos neurotransmissores como a endorfina ou a adrenalina enquanto ela praticava a atividade física. Desta forma, eles conseguiram aprender corretamente sobre um assunto em que eles possuíam uma grande quantidade de informações cotidianas errôneas. É necessário que errem em suas concepções iniciais, e desta forma, possam testar suas hipóteses e poder chegar à resolução do problema (Carvalho, 2013). Essa construção de conhecimento é importante, pois certamente esse aprendizado fará com que os estudantes consigam levar essas informações para seu cotidiano e fazer com que pessoas do seu convívio familiar e grupos de amigos possam também entender corretamente como ocorre essa situação no corpo humano.

O grupo que pesquisou sobre como funciona o sentido da dor e quais mecanismos estão envolvidos nesse processo também apresentou em seu trabalho final uma mudança de pensamento, como eles próprios relataram. Havia muitas ideias diferentes sobre como a sensação de dor é produzida, fato esse que é esperado quando se utiliza o ensino por investigação, pois segundo Sasseron (2015), uma das prerrogativas para que a investigação ocorra são posicionamentos e interpretações conflitantes entre os participantes. A grande quantidade de informações diferentes durante as discussões mostra que os estudantes não detinham plenamente o conhecimento das informações corretas. Na apresentação das hipóteses iniciais, também houve um erro importante desse grupo quando relataram que a sensação de dor seria sentida nas células, já na apresentação final os estudantes mudaram essa hipótese e apresentaram a informação correta de que a sensação de dor é formada pelo cérebro.

Outro assunto que foi apresentado nas hipóteses iniciais foi que neurotransmissores estavam ligados em áreas específicas do cérebro, ou seja, também uma informação equivocada sobre o assunto que nas conclusões finais não foi apresentada pelos estudantes. Apesar de não ter sido comentado sobre o assunto na conclusão final, só a retirada da informação representa que entenderam que ela não estava correta e automaticamente acabaram substituindo pelas informações que foram apresentadas de forma correta. A retirada de informações equivocadas é um fator fundamental no processo de construção de conhecimento no ensino por investigação.

Também foi possível notar que nas conclusões finais as informações estavam mais completas, oportunidade em que falaram até dos tipos de sensores espalhados pelo corpo. Isso representa que o desenvolvimento da pesquisa fez com que despertassem o interesse pelo aprofundamento do conteúdo, fazendo com que buscassem mais informações do que aquelas necessárias para a resolução das situações problema dispostas inicialmente.

Todas as mudanças apresentadas, como a mudança das concepções iniciais, a supressão de informações nas apresentações finais em vistas das hipóteses iniciais e o aprofundamento das informações durante as pesquisas, evidenciam a construção de conhecimento. Como é possível perceber por esse grupo, vários fatores diferentes ajudam o professor a entender que os estudantes desenvolveram seu aprendizado por meio da metodologia utilizada, o que proporciona uma diversidade de tipos de avaliação do professor quando utilizar o ensino por investigação.

Um aluno comentou ao final da apresentação do grupo que, com o entendimento de como ocorre o sentido da dor, quis entender como ocorre a dor fantasma, episódio em que a pessoa sente dor em um membro amputado do corpo. Ele citou que sua avó havia amputado parte da perna, devido ao agravamento da diabetes, e que em alguns momentos ela reclamava de dores nessa perna, segundo o aluno, era corriqueiro ela pedir para que ele coçasse a perna amputada. Ele disse que nunca havia entendido muito bem porque sua avó sentia essa dor, e que já havia ouvido falar da dor fantasma, porém agora com mais entendimento sobre como funciona o sentido da dor ficou mais fácil ele imaginar que ela realmente sentia essas dores. Neste contexto, é importante a ideia de Oliveira *et al.* (2024) de que, para garantir que o aprendizado seja aprendido de maneira significativa e aplicável, é fundamental considerar o ambiente e a bagagem de conhecimento de cada estudante. Ele relatou ainda que, apesar de fazer uma ideia e, mesmo com as pesquisas adicionais realizadas por ele, ainda não entendia todos os motivos de como essa dor é produzida e como o nosso corpo responde a ela. Vale citar também Guginski (2008), que processos cognitivos e emocionais além de vários outros fatores influenciam diretamente no processo do sentido da dor.

Vale aqui citar o entendimento de Campagna *et al.* (2006), que acreditam que algumas partes do corpo exigem dos estudantes uma imaginação conceitual destas partes e/ou eventos, pois algumas partes como as estruturas cerebrais e seus processos são de difícil visualização e exploração. Quando eles demonstram que conseguiram perceber como funcionam os processos envolvendo o sentido da dor e o seu funcionamento a partir dos processamentos e respostas do sistema nervoso, é sinal de que a metodologia utilizada no ensino foi satisfatória para que os processos necessários para a construção do conhecimento ocorressem durante a pesquisa,



como, por exemplo, o fato citado pelo aluno que buscou as informações sobre o funcionamento da dor fantasma.

O grupo que pesquisou sobre o fato de sentirmos mais dores em determinadas partes do corpo em comparação com outras foi o que levantou a hipótese inicial mais coerente de acordo com o que foi pedido na situação problema, lógico que a ideia inicial ainda carecia de algumas informações complementares. Isso demonstra a importância dos conhecimentos prévios dos estudantes, que nesse caso apesar de alguns estudantes do grupo demonstrarem alguma dificuldade no levantamento das informações, fez com que, a partir das conversas iniciais, o grupo desenvolvesse uma hipótese bem coerente com o que a situação problema estava pedindo.

Os próprios participantes do grupo durante a apresentação das conclusões finais consertaram uma informação levantada nas hipóteses iniciais que estava equivocada, quando disseram que são os sensores que produziram a sensação de dor, informação que foi corretamente substituída na apresentação das conclusões quando trouxeram a informação do cérebro como sendo o responsável por produzir a sensação de dor. Como já mencionado em outras situações parecidas, essa retomada de informações equivocadas representa a construção do conhecimento, já que os próprios estudantes tiveram a oportunidade de refletir sobre uma informação falsa que eles haviam levado para a turma e posteriormente a corrigiram com a informação correta.

Um fato interessante desse grupo foi a atividade desenvolvida com os estudantes da turma, em que eles deveriam arrancar pelos de diferentes partes do corpo para poder comprovar que em determinadas partes a sensibilidade à dor é maior. Essa atividade fez com que eles pudessem compreender com facilidade o tema apresentado e conseguissem relacioná-lo com ações cotidianas e fez inclusive que alguns comparassem com a possível arrancada de pelos de outras regiões que não foram pedidas durante a atividade. Essa didática simples foi capaz de facilitar o aprendizado, ou seja, o grupo que pesquisou sobre o assunto desenvolveu uma maneira de fazer com que os demais captassem a informação de forma prática e rápida, e isso só foi possível porque os pesquisadores do grupo tinham conhecimento do que estavam pesquisando e sabiam do que precisavam para poder transmitir as informações aos demais.

Analisando esse processo desenvolvido pelos estudantes, é possível afirmar que eles conseguiram buscar uma maneira para poder levar o conteúdo à turma porque eles próprios se colocaram como os responsáveis por fazer tal processo. Para Scarpa e Campos (2018), uma das prerrogativas do ensino por investigação é fazer com que os alunos em sua fase de reflexão possam imaginar novas situações em que aquele conhecimento poderia ser aplicado.

Normalmente, no ensino tradicional o discente é uma figura passiva, que tem o papel de memorizar os conteúdos passados pelos professores, que detinham todo o protagonismo pelo ensino, que na maioria das vezes ocorre por meio de explicações orais e realização de exercícios. No ensino por investigação, o estudante é o protagonista do ensino, os processos do ensino são centrados neles e a principal prerrogativa é que eles participem ativamente desses processos, levantando hipóteses, solucionando problemas, investigando e construindo processos que possam fazer com que consigam aprender sobre o assunto trabalhado. Cabe ao professor o papel de mediador do processo de ensino, devendo estimular os alunos na construção do seu conhecimento, fazendo com que tenham uma postura ativa, participativa e colaborativa (Moreira, Souza, Almassy, 2015).

Em relação ao grupo que pesquisou sobre a atuação dos medicamentos no controle da dor, é possível afirmar que a hipótese inicial foi bem equivocada, pois trouxeram a informação de que os medicamentos fariam com que nosso corpo aumentasse a capacidade de sentir a dor até um ponto que passássemos a não mais senti-la. Apesar de confusa e equivocada, a construção da hipótese inicial foi muito interessante, visto que o grupo conversou bastante sobre o assunto e cada um pôde colocar as informações que possuía, porém mesmo assim até esse ponto o grupo ainda não havia levantado uma hipótese viável para a situação problema. A partir desse ponto, eles foram levantando várias possíveis hipóteses sobre as quais os integrantes do grupo desenvolviam uma discussão até chegarem à conclusão de que a hipótese seria viável ou não. Várias hipóteses foram levantadas até que o grupo escolhesse a que fosse mais coerente, apesar de estar equivocada.

Analisando a forma de desenvolvimento da hipótese inicial do grupo, é possível identificar o ensino por investigação na prática, pois, apesar de não saberem a resposta correta, consideraram vários pontos e opiniões diferentes até chegarem a uma hipótese que respondesse a questão inicial e tivessem inseridos os conhecimentos prévios deles para que a resposta fosse no mínimo coerente. Para concluir o pressuposto do ensino por investigação durante a conclusão final, eles trouxeram a informação correta de que os medicamentos agem inibindo a transmissão das informações nervosas que produziram a sensação de dor. A conclusão correta na qual eles próprios evidenciam os erros da primeira hipótese, ratifica com excelência o ensino por investigação, mostrando que os alunos aprenderam sobre o conteúdo pesquisado e eventualmente fazendo com que esse assunto venha a ser utilizado em possíveis situações em seu cotidiano.

O referido grupo também aprofundou bastante as suas pesquisas e trouxe para os demais, além das informações de como funcionam os medicamentos para dor, como eles são

classificados e como ocorre a atuação de cada classe de medicamentos. Esse aprofundamento nas pesquisas foi possível devido ao interesse dos estudantes em pesquisarem sobre o assunto que consideravam necessário. Observados os aprofundamentos dos alunos, é possível justificar a partir da ideia de Briccia (2013), que entende que o professor deve conseguir oferecer espaço para a investigação dos discentes, o que proporciona a construção do aprendizado pelo diálogo e interação entre todos os personagens envolvidos no processo de ensino e conseqüentemente ajuda os estudantes a entenderem a Ciência como um processo dinâmico e acessível à todas as pessoas.

Uma das funções das situações problema é justamente levar aos estudantes situações que possam despertar o interesse deles e fazer com que busquem conhecimento para poder responder a situação em questão e automaticamente construir seu conhecimento (Wilsek; Tosin, 2013). Outra função é desenvolver a curiosidade e a motivação para que possam buscar informações adicionais que lhes forem interessantes e capazes de produzir conhecimento relevante para sua vida cotidiana (Scarpa; Campos; 2018). Todas essas etapas se fizeram presentes no desenvolvimento da pesquisa dos estudantes do grupo citado.

Relacionar o conteúdo com o cotidiano é uma prerrogativa importante no processo de ensino, é uma manifestação clara de que os alunos conseguiram valorizar o conteúdo que aprenderam. O ensino por investigação também tem como finalidade a proposta de dar significado à aprendizagem (Aragão, Silva; Mendes, 2019). Nem sempre é fácil o aluno realizar essa associação, visto que historicamente o ensino de Biologia se mostra dissociado da realidade cotidiana da classe (Krasilchik, 2005), fato que dificulta muito os estudantes conseguirem relacionar o tema estudado com situações do seu cotidiano.

Na roda de conversa final, eles conseguiram relatar várias situações em que o conteúdo aprendido seria importante em sua vida cotidiana. Inegavelmente essa é uma das principais funções do processo de ensino, neste caso, fazer com que consigam entender por que sentem dor, como a dor está sendo produzida, o que essa dor pode representar e como eventualmente funciona um medicamento para dor, certamente muda o cotidiano do estudante, levando qualidade de vida e capacidade de tomar decisões a respeito de eventos de dor em sua vida. É importante novamente citar o entendimento de Rudek e Hermel (2021), que a educação em saúde é fundamental para o bom desenvolvimento interpessoal sendo de extrema importância no cotidiano dos estudantes. Saber sobre a dor pode fazer com que aprimorem sua capacidade de cuidar do seu próprio corpo promovendo mais qualidade de vida e conseqüentemente melhorando sua saúde. Esse parâmetro é importante, pois, como entende Caznok e Artoni (2018), o ensino e a aprendizagem dos sentidos e do sistema nervoso

são importantes tanto na teoria como também na capacidade de colocar o que foi aprendido em prática.

Também na roda de conversa final, quando os discentes levantaram as informações que consideravam mais importantes e que mais fariam diferença em seu cotidiano, é possível notar conexões entre o aprendizado com situações do cotidiano, quando eles citam o funcionamento dos medicamentos, as dores crônicas e a existência de dor emocional. O estudante que consegue fazer essa associação do tema estudado com situações cotidianas, além de ter uma facilidade para construir o seu conhecimento, também poderá levar essas informações às pessoas de sua comunidade fazendo com que todos cresçam cientificamente. Todo esse processo faz do aluno protagonista não só em sala de aula como também em seu meio, onde a educação realmente deve fazer diferença. Segundo Wilsek e Tosin (2013), nem sempre essa associação é fácil e essa dificuldade é um dos problemas do ensino de Ciência, pois a dificuldade em relacionar a teoria desenvolvida em sala com a realidade a sua volta faz com que o aluno não consiga identificar o conhecimento científico em situações corriqueiras.

A diversificação das fontes de pesquisa desempenha um papel crucial na qualidade e profundidade dos trabalhos escolares, principalmente quando aliada à abordagem investigativa. Para Scarpa e Campos (2018), a etapa de investigação sugere a coleta de dados e informações por meio de uma variedade de estratégias diferentes. Ao buscar informações em uma grande variedade de fontes, como livros, artigos acadêmicos e sites confiáveis, como ocorreu durante a pesquisa, os estudantes tiveram a oportunidade de obter perspectivas diferentes e complementares sobre o tema em questão.

Essa diversidade não apenas enriquece o conteúdo do trabalho, como também promove o desenvolvimento do pensamento crítico e da habilidade de discernimento do estudante, ao permitir a avaliação e comparação de diferentes pontos de vista e evidências. Além disso, ao adotar uma abordagem investigativa, eles são estimulados a se aprofundar na temática, formulando perguntas e hipóteses, desenvolvendo pesquisas, a partir das quais novas perguntas vão sendo construídas e se transformando em novas avaliações (Sasseron, 2015). Dessa forma, a diversificação das fontes de pesquisa aliada à abordagem investigativa não apenas enriquece o processo de aprendizado, mas também prepara os estudantes para enfrentar desafios acadêmicos e profissionais futuros quando se depararem com diversidade e grande quantidade de informações, promovendo uma compreensão mais abrangente e crítica do conhecimento, capacitando-os para o desenvolvimento, compreensão e utilização do conhecimento científico.

A dificuldade da classe em encontrar informações sobre dor nos livros didáticos foi algo já esperado, pois, segundo Cardozo e Pereira (2023), nos livros didáticos do ensino médio basicamente não existe qualquer informação sobre conceitos em dor, algo preocupante, visto a importância da temática e o quanto ela interfere na vida das pessoas. Para Cardozo e Sanchez (2023), para que os estudantes construam conhecimento sobre a dor, é fundamental que essa temática esteja inserida no ensino médio. Como os livros didáticos quase sempre servem como único amparo aos professores para o desenvolvimento das aulas, a ausência de informações sobre dor pode fazer com que o ensino desse tema seja comprometido, fazendo com que os estudantes sejam prejudicados, pois podem ter o conteúdo ou parte dele suprimido de seu ensino o que leva a dificuldade em adquirir conhecimento de um assunto tão presente no cotidiano de todos. Inserir o conteúdo sobre o sentido da dor em livros didáticos de Biologia é de suma importância para oferecer uma compreensão abrangente do funcionamento do corpo humano e dos mecanismos biológicos envolvidos nas sensações humanas.

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve origem no desejo de investigar o progresso dos estudantes na construção do conhecimento por meio de uma sequência didática, desenvolvida como produto educacional durante o curso de mestrado profissional em ensino de Biologia, que emprega a abordagem de ensino por investigação com a temática sobre o funcionamento do sentido da dor. Os alunos demonstraram notável melhora em seus conhecimentos sobre o funcionamento da dor, houve um avanço positivo utilizando essa abordagem investigativa, fatos observados durante todas as etapas da sequência didática.

Com os levantamentos de conhecimento prévio foi possível observar que os estudantes careciam de informações sobre como funcionava o sistema nervoso sensorial da dor em nosso corpo. Como eles conseguiram mudar suas concepções iniciais sobre o sentido da dor, desenvolver informações adequadas através das etapas da sequência didática, relacionar as informações com situações do cotidiano e, relataram durante a roda de conversa, que conseguiram entender mais sobre o mecanismo da dor, é possível concluir que a abordagem de ensino por investigação é eficaz na construção do conhecimento dos estudantes. Também tem o potencial de capacitar os alunos a desempenharem um papel transformador em suas vidas e nas vidas de seus familiares devido ao fato de que o conhecimento adquirido pode ser disseminado para a comunidade, uma vez que muitos expressaram a intenção de utilizar o conhecimento adquirido em ações do seu cotidiano e também de compartilhar esses conhecimentos com seus familiares. Esse compartilhamento tem o potencial de promover uma melhor qualidade de vida para todos os envolvidos.

Entender como funciona o sentido da dor é crucial para o bem-estar humano e o avanço da medicina. A dor é um mecanismo vital do corpo e nos alerta sobre possíveis lesões ou ameaças ao nosso organismo. Compreender os processos neurofisiológicos por trás da dor permite às pessoas entender melhor os motivos de sentir dor em determinados momentos de sua vida, o que pode proporcionar condições melhores para um possível tratamento. Além disso, esse conhecimento é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de manejo da dor, ajudando as pessoas a lidar com desconfortos crônicos ou agudos de maneira mais eficiente. Ao compreender a complexidade do sistema de dor, tanto a nível físico quanto emocional, os estudantes têm a capacidade de adotar práticas mais saudáveis em suas vidas pessoais, promovendo o autocuidado e a prevenção de lesões, melhorando a qualidade de vida e proporcionando alívio para aqueles que possivelmente enfrentam desafios relacionados à dor.

A sequência didática apresentada nos mostrou que é possível fazer com que os estudantes construam conhecimento de qualidade mesmo com poucos recursos didáticos. Os resultados mostram que quando o discente está interessado e motivado, a construção do conhecimento acontece de maneira mais fácil e o ensino por investigação, ao levar problematizações similares às encontradas no cotidiano, torna os estudantes curiosos e aptos a desenvolver as etapas da sequência didática e conseqüentemente construir conhecimento sobre o tema.

Assim como em todo processo de pesquisa, é necessário considerar o surgimento de dificuldades ao longo do processo. Na presente pesquisa não foi diferente, o fato de alguns estudantes que participaram dessa pesquisa estarem acostumados com o ensino tradicional fez com que eles inicialmente reclamassem e resistissem às etapas do ensino por investigação, alguns chegaram a pedir para que o tema fosse trabalho com aula “normal”, no entanto, foram apenas desafios iniciais e no decorrer da sequência didática essas resistências logo foram sendo vencidas.

É importante ressaltar que a intenção da pesquisa não foi promover a utilização do ensino por investigação em todos os conteúdos, foi demonstrar que os alunos podem construir conhecimento a partir de uma sequência didática alternativa ao ensino tradicional. E com os resultados da pesquisa foi possível concluir que o ensino por investigação pode representar uma opção válida para promover uma compreensão mais sólida por parte dos estudantes, permitindo-lhes assumir um papel ativo no desenvolvimento de seu aprendizado.

Além do produto neste trabalho descrito a realização do mestrado, ao longo dos dois anos (2022-2024), proporcionou o desenvolvimento de alguns trabalhos e sequências didáticas que serão revisadas e aprimoradas para possíveis submissões em congressos sobre educação. Além disso, como perspectiva, o presente trabalho será revisado e escrito em um formato de artigo científico a ser submetido para publicação em uma revista indexada nas bases de periódicos CAPES.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. J. D. Percepções de alunos do ensino médio sobre o ensino de biologia: contribuições para a formação docente durante o estágio supervisionado. *In: I CONAPESC. Anais...* Campina Grande: Realize Editora, 2016. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/18155>. Acesso em: 27 jan. 2024.
- ARAGÃO, A. S. A.; SILVA, J. J. J.; MENDES, M. S. Ensino de ciências por investigação: o aluno como protagonista do conhecimento. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 3, n. 4, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/vivencias>. Acesso em: 13 dez. 2023.
- ARRUDA, C. E. F.; **O uso de jogos didáticos como facilitadores do ensino e aprendizagem dos conteúdos de “sistema nervoso”**: laboração de um catálogo de jogos. Trabalho de Conclusão de Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) –Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2021.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Traduzido por Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARRETO, C. M. B.; TEIXEIRA, G. A. P. B. Concepções prévias de universitários sobre o sistema imunológico. **R. B. E. C. T.**, [S. l.], v. 6, n. 1, jan./abr. 2013. Disponível em: [file:///C:/Users/Lusmar/Desktop/BIOLOGIA/1510-5073-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Lusmar/Desktop/BIOLOGIA/1510-5073-1-PB%20(1).pdf). Acesso em: 12 out. 2023.
- BOSZKO, C.; GÜLLICH, R. I. C. O diário de bordo como instrumento formativo no processo de formação inicial de professores de Ciências e Biologia. **Biografía Escritos sobre la Biología y su enseñanza**, v. 9, n. 17, p. 55–62, 2016. Disponível em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/5812>. Acesso em: 10 ago. 2023.
- BRICCIA, V. Sobre a natureza da Ciência e o ensino. *In: CARVALHO, A. M. P. (org.). Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 111-128.
- BRITO, L. T. S.; SALES, E. S.; BRITO, B. W. C. S. Ensino por investigação: uma abordagem didática no ensino de ciências e biologia. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 54-66, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/vivencias/article/view/238687>. Acesso em: 05dez. 2022.
- BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**, Maceió, v. 13, n. 5, 2018. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/116>. Acesso em: 06 jan. 2023.
- CAMPAGNA, L. P. *et al.* Facilitando o ensino de neurociências na sala de aula por meio de modelos. **Núcleos de Ensino da UNESP**, São Paulo, p. 481-492, 2006.



CARVALHO, F. A. H.; de. Neurociências e educação uma articulação necessária na formação docente. **Trabalho, Educação e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 537-550, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tes/a/jScBCk8ZwsGK3f9kZLgQmk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 fev. 2024.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 01-20.

CARDOZO, G. F.; PEREIRA, C. A. S. A relevância do ensino em dor no ensino médio: uma análise de livros didáticos de biologia selecionados pelo PNLD/2018. **Revista Prática Docente**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. e23011, 2023. Disponível em: <http://doi.org/10.23926/RPD.2023.v8.n1.e23011.id1514>. Acesso em: 13 fev. 2024.

CASTELO, A. O. C.; **Percepções de alunos do ensino médio sobre o sistema nervoso**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2016.

CAZNOK, B. M.; ARTONI, R. F.; Ensino-aprendizagem em aulas práticas sobre os Conteúdos ‘órgãos dos sentidos’ e ‘sistema nervoso’: relato de uma experiência. **Luminária**, União da Vitória, v. 20, n. 02, p. 31-42, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/luminaria/article/view/2319>. Acesso em: 16 jan. 2024.

COSTA, I. M. S. da *et al.* O ensino de biologia na base nacional comum curricular do ensino médio: a área de ciências da natureza e suas tecnologias. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/74738>. Acesso em: 12 jan. 2024.

FEIN, A. **Nociceptores: as células que sentem dor**. Ribeirão Preto, SP: Dor On Line; 2011.

FREITAS, D. P. S.; MOTTA, C. S.; MELLO-CARPES, P. B. As bases neurobiológicas da aprendizagem no contexto da investigação temática freireana. **Trabalho, Educação e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 109-122, jan./abr. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tes/a/XcDJgKgY5LYqJkzrybfNqXm/>. Acesso em: 29 jan. 2024.

GUGINSKI, G. **Dor: o que sabemos sobre ela?**. **Revistas Perspectivas**, [S. l.], v. 2, n. 7, p. 113-121, 2008. Disponível em: [https://ojs3.perspectivasonline.com.br/revista\\_antiga/article/view/322](https://ojs3.perspectivasonline.com.br/revista_antiga/article/view/322). Acesso em: 22 fev. 2024.

KRASILCHIK, M.; **Prática de ensino de biologia**. 4ª ed. São Paulo, SP: EdUSP, 2005.

LIBÂNEO, J. C. **Democratização da Escola Pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos**. São Paulo: Edições Loyola, 2008.

LIMA, K. P. O. C.; PEREIRA, P. A. C.; LIMA, J. P. C. Ensino de Ciências por investigação em Ciências Biológicas: revisão sistemática de literatura em artigos de periódicos nacionais

classificados no Qualis. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 1–34, 2021. Disponível em: [10.26843/rencima.v12n1a06](https://doi.org/10.26843/rencima.v12n1a06). Acesso em: 03 out. 2023.

LUIZ, I. *et al.* Modelos didáticos e neurociência: popularizando o cérebro por meio da educação não formal. **Educação: Teoria e Prática**, Rio Claro, SP, v. 31, n. 64, 2021.

Disponível em:

<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/educacao/article/view/15209>. Acesso em: 28 dez. 2024.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, T. O.; EICHLER, M. L. Neurociências cognitivas no estudo do sistema nervoso: um olhar crítico por meio do livro didático de educação básica. **Investigações em ensino de ciências**, [S. l.], v. 25, p. 272-292, 2020. Disponível em:

<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1797>. Acesso em: 19 maio 2024.

MOREIRA, L. C.; SOUZA, G. S.; ALMASSY, R. C. B. O ensino de biologia por investigação e problematização: uma articulação entre teoria e prática. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 5, n. 2. jul./dez. 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/322641939.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2024.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17 p. 115-137, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/xL8cWSV4frJyzqPfC35NgXn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 fev. 2024.

MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2007.

NUNES, L. G. *et al.* Uso de metodologias ativas no ensino de biologia. **Brazilian Journal of Surgery & Clinical Research**, [S. l.], v. 42, n. 1, 2023. Disponível em: [https://www.mastereditora.com.br/periodico/20230304\\_105519.pdf](https://www.mastereditora.com.br/periodico/20230304_105519.pdf). Acesso em: 27 jan. 2024.

NUNES, O. F. *et al.* Educação em dor em espaços não escolares: o papel da intervenção educacional. *In: VII CONEDU - Conedu em Casa. Anais...* Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/82428>. Acesso em: 16 jan. 2024.

OLIVEIRA, L. S.; RODRIGUES, L. S.; CERQUEIRA, T. A. P. M.; OLIVEIRA, Á. A.; Sequência didática pautada no ensino por investigação para aulas de microbiologia no Ensino Médio. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. e5913144674, 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i1.44674. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/44674>. Acesso em: 02 fev. 2024.

OLIVEIRA, W. M. de; TEIXEIRA, C.; MARTINS, A. E. M. Reflexões sobre os modelos tradicional e construtivista no ensino de biologia para uma educação emancipatória. **CIS - Conjecturas Inter Studies**, [S. l.], v. 22, n. 12, p. 858–872, 2022. DOI: 10.53660/CONJ-1633-2E18. Disponível em: <http://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/1633>. Acesso em: 12 jan. 2024.

PETRY, A. P.; LEITE, F. A.; **Trilha dos Sentidos: Relacionando o Sistema Sensorial com a Percepção do Sistema Nervoso. Aprendendo Ciências: ensino e extensão. Série Ensino de Ciência - vol. 1.** Editora Faith. Bagé. 2018.

RODEN, J.; WARD, H. O que é ciência. 2 ed. Porto Alegre: **ArtMed**, 2010.

RUDEK, K.; HERMEL, E. E. S. Educação em saúde nos livros didáticos de Ciências e Biologia brasileiros: um panorama das teses e dissertações (1994 – 2018). **Revista Sustinere**, [S. l.], v. 9, p. 3–20, 2021. DOI: 10.12957/sustinere.2021.57488. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/sustinere/article/view/57488>. Acesso em: 16 jan. 2024.

SÁNCHEZ, E. P., De la neurofobia a la fascinación por la neurología. **Repertório de Medicina e Cirurgia**. Vol 21 N°4. 2012. Disponível em: <https://revistas.fucsalud.edu.co/index.php/repertorio/article/view/821/856>. Acessado em 10/04/2024.

SANTANA, A. J. S.; ARAÚJO MOTA, M. D. Natureza da Biologia, ensino por investigação e alfabetização científica: uma revisão sistemática. **Revista Educar Mais**, [S. l.], v. 6, p. 450–466, 2022. DOI: 10.15536/reducarmais.6.2022.2735. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/2735>. Acesso em: 23 out. 2023.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. . In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 41-61.

SASSERON, L. H. O ensino por investigação: pressupostos e práticas. In: SASSERON, L. H. **Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de ciências: a sala de aula**. Lic. Em ciências, módulo 7. São Paulo: USP/Univesp, 2015, p. 116-124.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, n. 17(especial), p. 49-67, nov. 2015.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018. DOI: 10.1590/s0103-40142018.3294.0003. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152653>. Acesso em: 15 fev. 2024.

SILVA, L. H. A.; MAUAD, J. R. C. **Uma abordagem do tema Saúde no contexto do ensino de Ciências**. Várzea Grande: Editora U.F.G.D, 2013.

SILVA, A. S. Circuito do Sistema Nervoso: aplicação de jogos como estratégia de aprendizagem no ensino de Biologia. **Cadernos da Educação Básica**, [S. l.], v. 1, n. 2, out. 2016. Disponível em: <https://docplayer.com.br/39575995-Circuito-do-sistema-nervoso-aplicacao-de-jogos-como-estrategia-de-aprendizagem-no-ensino-de-biologia.html>. Acesso em: 21 dez. 2023.

SILVA, A. F.; FERREIRA, J. H.; VIERA, C. A.. O ensino de Ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. **Revista Exitus**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 283-304, 26 abr. 2017.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. *In*: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF. **Anais...** 2015.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, n. 17, p. 97-114, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/VcyLdKDwhT4t6WdWJ8kV9Px/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 fev. 2024

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicol. esc. educ.**, Campinas, v.7, n. 1, jun. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pee/a/knPKhBMSPJD4ZVP7LP9vWqN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 18 jan. 2024.

VIANELLO, Luciana Peixoto. Métodos e técnicas de pesquisa. **EAD-Educação à Distância**. 2013. Disponível em: < <https://pt.slideshare.net/elysangelastatistica/livro-mtp>>. Acesso em: 10 abr. 2024.

ZABALA, A. **A Prática Educativa. Como ensinar**. Tradução: Ernani F. F. Rosa, Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de pesquisa**. 2. ed. Florianópolis, SC: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2013.

ZOMPERO, A. F. et al. O ensino por investigação na área de ciências da natureza: estudo comparativo entre brasil, chile e colômbia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 6, n. especial, 2023. DOI: 10.5335/rbecm.v6iespecial.14784. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/14784>. Acesso em: 27 jan. 2024.

WILSEK, M.; TOSIN, J. Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas. **Estado do Paraná**, [S. l.], v. 3, n. 5, 2012. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos>. Acesso em: 15 set. 2023.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A

#### QUESTIONÁRIO INICIAL

1- Você sabe como ocorre a transmissão do sentido da dor no corpo humano?

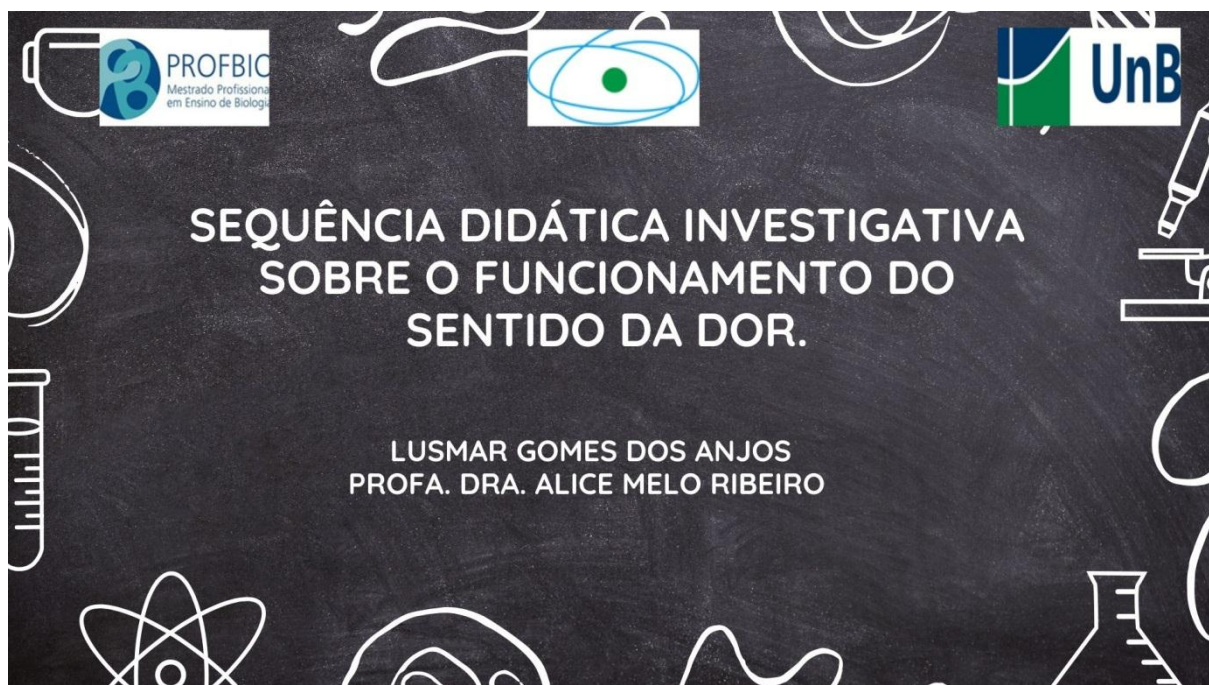
sim                       não

2- A dor é algo comum em nosso cotidiano e de certa forma é algo que convivemos quase que diariamente, você saberia dizer quais as partes do corpo humano responsáveis por interpretar a dor? Cite o nome dessas partes.

3- Você considera a afirmação de que algumas pessoas sentem mais dores do que outra verdadeira? Se sim, você saberia explicar por quê?

### APÊNDICE B

#### SEQUÊNCIA DIDÁTICA



## AGRADECIMENTOS



Em especial à minha família pelo apoio e compressão durante o período do curso.

À minha orientadora, Alice, e todos os professores que nos acompanharam durante essa trajetória.

À universidade de Brasília (UnB).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

## SUMÁRIO

• Introdução.	4
• Recursos.	5
• Etapas.	6
• Situações problemas.	7
• Roda de conversa.	11
• Avaliação.	12
• Referências bibliográficas.	13






## INTRODUÇÃO

Para Sasseron (2015), o professor, no ensino por investigação, se apresenta como um inovador que tem o papel de proporcionar novas interações para desenvolver o conhecimento dos estudantes. Segundo Scarpa e Campos (2018), os objetivos do ensino por investigação é propiciar a eles um ambiente de aprendizagem em que possam questionar, agir e refletir sobre os fenômenos, construindo conhecimentos e habilidades e desenvolvendo autonomia de pensamento.

A proposição de uma atividade no viés do ensino por investigação sugere o cumprimento de algumas etapas: a primeira é a proposição de um problema, a segunda etapa passa pelo levantamento de uma hipótese, a terceira etapa consiste no levantamento de dados para a resolução do problema, já a última etapa é a construção de afirmações, em que os dados obtidos na pesquisa serão utilizados na construção de suas conclusões (Trivelato; Tonidandel, 2015). O estudo do sistema nervoso e seu funcionamento desperta um fascínio nas pessoas, no entanto, é um dos conteúdos considerados mais difíceis e temidos pelos estudantes Sanchez (2012) .

Associar o ensino por investigação especificamente com a temática sobre o sistema nervoso sensitivo de dor se mostra interessante, pois apresenta como uma boa alternativa para que os estudantes tenham a possibilidade, durante o desenvolvimento da sequência didática, de buscarem informações relevantes e contextualizadas e que possam contribuir para a sua construção de conhecimento.

Diante disso, apresentamos uma SDI que poder ser utilizada para facilitar o trabalho de professores ao abordar temas relacionados ao funcionamento do sentido da dor e sistema nervoso.



## RECURSOS

Situações problemas impressas.

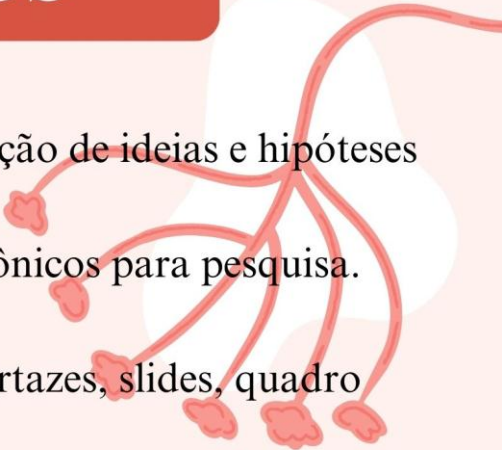
Folhas de papel e canetas para anotação de ideias e hipóteses em cada grupo.

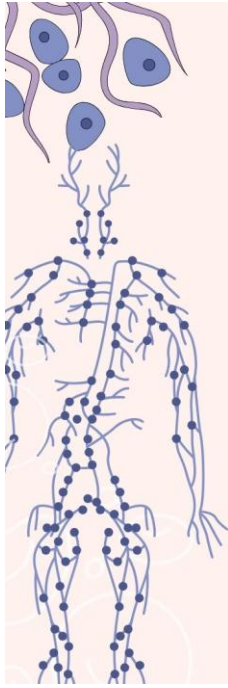
Sala de informação ou recursos eletrônicos para pesquisa.

Livros didáticos para pesquisa.

Para as apresentações dos grupos, cartazes, slides, quadro dentre outros.

Tempo estimado: três ou quatro aulas de 50 minutos.





## ETAPAS

- Primeiro momento: disponibilização de situações problemas sobre o sistema nervoso sensorial.
- Segundo momento: levantamento das hipóteses pelos estudantes. (uma aula)
- Terceiro momento: realização de testagem pelos estudantes. (uma aula ou remoto )
- Quarto momento: apresentação das conclusões e retomada do conteúdo. (uma aula)
- Quinto momento: roda de conversa final. (uma aula)



## SITUAÇÃO PROBLEMA 01

Lucas foi ao médico sentindo muita dor por causa de um tombo que havia levado momentos antes, ele perguntou ao médico se existiria a possibilidade de fazer algum procedimento para nunca mais sentir dor em sua vida. O médico respondeu a Pedro que não existiria essa possibilidade e que o fato de sentir dor de certa forma é bom para os seres humanos. Diante do exposto você saberia explicar como funciona o sentimento da dor? Quais os mecanismos biológicos envolvidos no processo da dor?





## SITUAÇÃO PROBLEMA 02



Ana estava correndo e estava se sentindo bem, porém quando chegou em sua casa e tirou o tênis, notou um corte no pé, mas estranhamente não sentia dor, um tempo depois passou a senti-la. Como você explica a ausência de dor em um momento e o surgimento dela em outro?

## SITUAÇÃO PROBLEMA 03



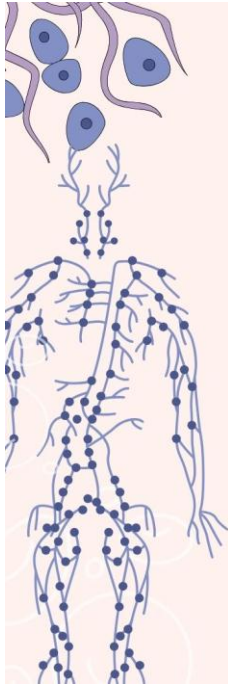
Pedro estava andando de bicicleta certo dia, quando repentinamente sofreu um acidente e caiu da bicicleta. Ao analisar o seu corpo Pedro notou que havia sofrido várias escoriações semelhantes em várias partes do corpo como no braço, pernas e região abdominal, no entanto, Pedro estava sentindo uma dor muito intensa na região abdominal e que nas outras regiões que estava com machucados semelhantes Pedro sentia dores mais fracas. Como você explicaria o fato de sentirmos dores mais intensas em determinadas partes do corpo?

## SITUAÇÃO PROBLEMA 04

Depois do acidente Pedro foi ao médico e o mesmo receitou um medicamento para que ele tomasse para diminuir a dor, no entanto, Pedro ficou pensativo de como o medicamento iria atuar justamente no local em que ele estava sentindo dor, visto que a maior parte de seu corpo não havia sofrido nenhuma lesão. Explique como os medicamentos agem especificamente no local onde está a dor?

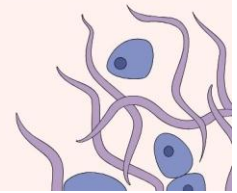
## RODA DE CONVERSA

- 01- Vocês consideram que hoje sabem como funciona o sistema da dor?
- 02- Os conceitos que vocês possuíam sobre a dor mudaram desde o início da pesquisa até hoje?
- 03- Quais as informações que vocês descobriram que consideram mais importantes?
- 04- Vocês acham que as informações obtidas farão alguma diferença em sua vida cotidiana?
- 05- Quais as principais fontes de pesquisas realizadas por vocês?
- 06- Vocês acharam interessante esse tipo de aula em que você próprios pesquisam as informações?



## AVALIAÇÃO

- Progresso dos estudantes durante as aulas.
- Mudanças de concepções em relação as hipóteses iniciais das situações problemas.
- Relacionar conteúdo com situações cotidianas.
- Engajamento e participação nas etapas da sequência didática e participação em discussões do grupo.



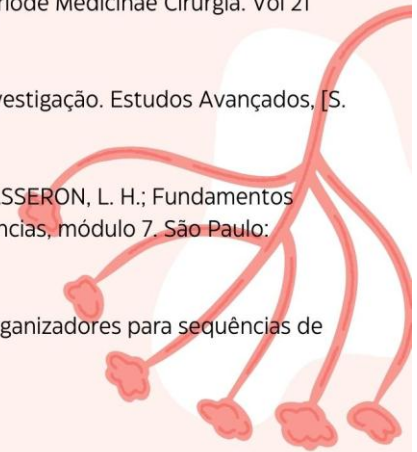
## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SÁNCHEZ, E. P., De la neurofobia a la fascinación por la neurología. Repertório de Medicina e Cirurgia. Vol 21 Nº4. 2012.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. Estudos Avançados, [S. l.], v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018. DOI: 10.1590/s0103-40142018.3294.0003

SASSERON, L. H.; O ensino por investigação: pressupostos e práticas. In: SASSERON, L. H.; Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de ciências: a sala de aula. Lic. Em ciências, módulo 7. São Paulo: USP/Univesp, 2015, p. 116-124.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. Revista Ensaio, Belo Horizonte, n. 17, p. 97-114, 2015.



### APENDICE C

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE**

Convidamos o(a) Senhor(a) a participar voluntariamente do projeto de pesquisa “Ensino do sistema nervoso sensitivo através de metodologia investigativa: uma análise sobre o ensino por investigação no ensino de Biologia”, sob a responsabilidade do pesquisador Lusmar Gomes de Oliveira dos Anjos. O projeto visa a pesquisa sobre o desenvolvimento dos

estudantes na construção do conhecimento sobre o sistema nervoso sensitivo da dor utilizando a metodologia de ensino por investigação, para isso será realizado um questionário sobre o ensino por investigação e o desenvolvimento de uma sequência didática sobre o tema.

O objetivo desta pesquisa é investigar a construção do conhecimento pelos estudantes a partir de uma sequência didática sobre o sistema nervoso sensitivo utilizando a abordagem de ensino por investigação.

O(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

A participação se dará por meio de resposta através de questionários e participação em uma sequência didática em aulas de Biologia na Escola Estadual Teotônio Brandão Vilela com um tempo estimado de duas semanas para sua realização.

Os riscos decorrentes de sua participação na pesquisa são possíveis constrangimentos durante o desenvolvimento da pesquisa. Caso seu filho aceitar participar, estará contribuindo para desenvolver uma sequência didática que possibilite um melhor aprendizado sobre o sistema nervoso sensitivo bem como melhorias para o ensino de Biologia no geral.

O(a) Senhor(a) pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento) qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a). Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Todas as despesas que o(a) senhor(a) (o(a) senhor(a) e seu acompanhante, quando necessário) tiver (tiverem) relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa ou exames para realização da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente da participação na pesquisa, o(a) senhor(a) deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos. Se o(a) Senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Lusmar Gomes de Oliveira dos Anjos no telefone (38) 998337055, a qualquer dia e qualquer hora, disponível inclusive para ligação a cobrar e através de email: [lusmar.ga@gmail.com](mailto:lusmar.ga@gmail.com).

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br ou cepfsunb@gmail.com, horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o(a) Senhor(a).

---

Nome e assinatura do Participante de Pesquisa

---

Nome e assinatura do Pesquisador Responsável

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.