

Desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativa como ferramentas de aprendizagem do conteúdo de anatomia e fisiologia do sistema nervoso humano

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.002-036>

Wilton Linhares Teodoro

Mestre em Ensino de Biologia, Universidade Estadual do Piauí/PROFBIO. Professor da Secretaria Estadual de Educação do Estado do Ceará – Seduc/CE.

Gualberto de Abreu Soares

Mestre em Ensino de Biologia, Universidade Estadual do Piauí/PROFBIO. Professor da Secretaria Estadual de Educação do Estado do Piauí – Seduc/PI.

Eptácio Neco da Silva

Mestre em Ensino de Biologia, Universidade Estadual do Piauí/PROFBIO. Professor do Instituto Federal e Tecnológico do Piauí – IFPI – Campus São Raimundo Nonato

Antônio Celso da Silva Alves

Mestre em Ensino de Biologia, Universidade Estadual do Piauí/PROFBIO. Professor da Secretaria Estadual de Educação do Estado do Maranhão – SEDUC/MA.

Francisco Pereira de Brito

Mestre em Ensino de Biologia, Universidade Estadual do Piauí/PROFBIO. Professor do Instituto Federal e Tecnológico do Piauí – IFPI – Campus Campo Maior.

Francisca Faustilene de Silva Ribeiro

Mestre em Ensino de Biologia, Universidade Estadual do Piauí/PROFBIO. Professor da Secretaria Estadual de Educação do Estado do Piauí – Seduc/PI.

Millena Raimunda Martins de Almeida Carvalho

Especialista em Educação Profissional, Instituto Federal e Tecnológico do Piauí. Professor da Secretaria Estadual de Educação do Estado do Piauí – Seduc/PI.

Tupinambá Coutinho Ferreira

Mestre em Ensino de Biologia, Universidade Estadual do Piauí/PROFBIO. Professor da Secretaria Estadual de Educação do Estado do Piauí – Seduc/PI.

Wellington dos Santos Alves

Doutor em Ciências da Reabilitação, Professor Adjunto IV da Universidade Estadual do Piauí. Professor/Orientador do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

RESUMO

A busca pela qualidade na educação perpassa pelo estudo, análise e reflexão de estratégias pedagógicas como a Sequência de Ensino por Investigação (SEI) conduzindo o estudante ao desenvolvimento crítico dos conteúdos trabalhados. Este trabalho visa a aplicação de uma SEI voltada para o ensino e aprendizagem do conteúdo do Sistema Nervoso Humano. Estratégias didáticas e jogos educacionais são métodos que podem envolver o estudante em uma nova experiência de aprendizagem e que têm sido cada vez mais utilizados em diferentes áreas da Educação, favorecendo o ensino em comparação ao método mais tradicional. Este trabalho foi realizado com alunos do 2º ano de uma escola do Ensino Médio, localizada no município de Tianguá, onde foram aplicados questionários semiestruturados, realizadas dinâmicas, aulas e uma sequência de ensino por investigação (SEI) na busca de uma maior interação dos estudantes com o conteúdo e da promoção de um estudo mais interessante e investigativo. Vale destacar que o conteúdo de Anatomia e Fisiologia do Sistema Nervoso Humano é considerado complexo para os estudantes, no que se refere à relação entre a estrutura e o funcionamento, e que a busca por recursos que promovam a aprendizagem é importante. Ademais, foi realizado a análise dos questionários a fim de identificar se houve avanço na aprendizagem dos estudantes.

Palavras-chave: Laboratório de aprendizagem, Sequência de ensino investigativo, Ferramenta de aprendizagem, Sistema nervoso.



1 INTRODUÇÃO

Para atender as necessidades de aprendizagem dos estudantes, por conta da pandemia da COVID-19, muitas escolas adotaram a modalidade de ensino remoto. Uma nova realidade foi encontrada pelos docentes, com demandas diferentes quando comparadas ao ensino presencial, principalmente na parte pedagógica. O momento é desafiador, e porque não dizer inovador, pois houve um aumento do uso das tecnologias digitais com o intuito de aprimorar o ensino nessa modalidade. O Objetivo, no ensino remoto, é uma alternativa para ofertar o acesso aos estudantes de conteúdos que seriam apresentados presencialmente. (RONDINI, *et al*, 2020).

Assim, em decorrência da pandemia, o ensino remoto emergencial tornou-se a principal alternativa de instituições educacionais de todos os níveis de ensino, caracterizando-se como uma mudança temporária em circunstâncias de crise.

Não é fácil tornar as aulas mais atraentes e prender a atenção dos alunos aos conteúdos trabalhados, ou estimular os discentes a compreender o que é ensinado na sala de aula. Na busca por novas estratégias onde o estudante se encontra como indivíduo participativo e formador de suas concepções, a Sequência de Ensino por Investigação (SEI) surge como práticas de ensino sistematizadas, relacionando os conhecimentos que o estudante possui com o que vai aprender (CARVALHO, 2013).

É compreendido que o ensino da Anatomia Humana é reconhecido pela necessidade de memorização, o que precisa ser reavaliado pois deve ser voltado para o desenvolvimento de competências que facilitem um aprendizado significativo e contínuo, tendo o docente como mediador desse processo (RAMOS; TEIXEIRA; BELÉM, 2020).

Para tanto podemos ressaltar a importância do uso de atividades lúdicas, como jogos, para os estudantes aprenderem algo de forma mais divertida e reflexiva. O jogo educativo é uma atividade lúdica que oferece para o professor a oportunidade de trabalhar e reforçar o conteúdo, promovendo uma participação mais efetiva e ativa do estudante e sempre buscando o melhor desempenho do ensino e aprendizagem (PARREIRA JÚNIOR, 2016).

Os jogos educacionais e a SEI são ferramentas que norteiam caminhos inovadores na busca de um ensino investigativo que podem e devem ser utilizados pelos docentes. Faz-se necessário que o professor busque tornar suas aulas dinâmicas e atraentes, de maneira que o aluno compreenda como um momento em que ele está aprendendo e vivendo algo novo, não separado de sua realidade. Torna-se imprescindível o uso de atividades que fujam do tradicional esquema das aulas teóricas, dentre estas atividades pode ser empregadas aquelas que possuem caráter lúdico (KNECHTEL; BRANCAHÃO, 2008).

Então deve-se considerar um ensino mais expressivo para o discente, mesmo considerando as diferentes características presente em cada ser, tanto nas questões emocionais quanto no cognitivo. A



aprendizagem é mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento do aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio (KLAUSEN, 2015).

Aulas expositivas, demasiadamente centradas no professor, não contribuem para que os estudantes sejam protagonistas do aprendizado, não considerando as concepções prévias, não possibilitam as interações entre sujeito e objeto de conhecimento, nem a interação entre os pares. É necessário que o professor reflita sobre sua prática e desenvolva estratégias didáticas que permitam esse deslocamento, essa mudança de função (SCARPA; CAMPOS, 2018).

Este trabalho tem como objetivo elaborar uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI), tornando a sala de aula um ambiente investigativo, dinâmico e reflexivo por parte, principalmente dos estudantes, com o intuito de favorecer a alfabetização científica e a compreensão dos conteúdos trabalhados para o Sistema Nervoso Humano, uma vez que este, normalmente, é apresentado de forma complexa e tradicional.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa teve caráter investigativo com uma abordagem quantitativa e qualitativa, acompanhada da aplicação de questionários semiestruturados, onde o entrevistado ficou livre para utilizar suas palavras sobre o assunto abordado, permitindo o agrupamento das falas em categorias de informações tendo como vantagens detalhes de suas concepções, tendo os questionários e os critérios de análises validados pela equipe de qualificação tendo, também, considerado a experiência do aplicador.

A pesquisa foi desenvolvida em uma Escola de Tempo Integral do Ensino Médio, localizada na zona urbana da cidade de Tianguá – Ce. A mesma foi autorizada pelo Conselho de Ética do Centro Universitário Inta – UNINTA da cidade de Sobral - Ce, com o parecer de nº: 4.776.699.

A população da pesquisa pertencia as turmas de tempo integral do 2º ano do ensino médio que totalizavam 146 alunos matriculados na série, porém a amostra foi de apenas 32 alunos, considerando o acesso remoto das aulas no momento síncrono, uma vez por semana, com duração de 50 minutos, sendo esse um dos critérios de inclusão, além da assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que foram disponibilizados aos estudantes para as devidas assinaturas, respeitando as orientações de distanciamento social orientadas pelo Governo do Estado do Ceará. Os alunos foram orientados a ficarem bem à vontade quanto a preencher e assinar ou não os termos, de modo a não se sentirem pressionados para participar da pesquisa.

Alunos que não tiveram acesso aos momentos remotos (síncronos) foram excluídos da pesquisa em decorrências dos problemas constantes de conexão com a internet. Contudo os alunos que se

enquadraram nesse perfil e que não puderam participar da pesquisa não foram prejudicados quanto ao conteúdo trabalhado, pois com o auxílio de colegas de turma e da equipe de suporte da escola tiveram acesso às informações com aulas gravadas e a entrega de materiais didáticos em suas residências.

2.1 VISÃO GERAL DAS AÇÕES METODOLÓGICAS

As atividades realizadas, de forma remota, ocorreram em sete semanas, considerando que em cada semana havia 1 (uma) hora de aula de 50 minutos e foram as seguintes: Aplicação de um vídeo motivacional, de perguntas norteadoras e problematizadoras, momento assíncrono no aplicativo do *WhatsApp* com sugestão de materiais para estudo e realização de questionários para acompanhamento, sugestão de elaboração de maquetes, aula expositiva e dialogada, retomada das hipóteses elaboradas pelos estudantes com análises e correções feitas pelos estudantes, aplicação de questionário e do jogo de cartas *Fisiocode* na modalidade remota.

No primeiro momento, motivacional, foi disponibilizado para os estudantes um vídeo com partes do filme conhecido como “Lucy”, de Luc Besson, Universal Pictures, (2004). Acrescido a este momento foram disponibilizados questões norteadoras e três problematizações para a coleta de hipóteses relacionadas ao sistema nervoso humano (Apêndice A). Para dar continuidade a pesquisa, em um segundo momento, os alunos foram orientados a realizar pesquisas sobre o funcionamento do sistema nervoso e suas estruturas, que ocorreu de forma assíncrono com o uso do aplicativo de mensagens *WhatsApp*; os alunos tiveram total liberdade para pesquisar e tirar suas dúvidas. Durante o momento assíncrono foram disponibilizados materiais para estudo com perguntas norteadoras visando acompanhar os estudos dos alunos (Apêndice B). Em um terceiro momento, encontro remoto, foi abordado uma parte do conteúdo de anatomia e fisiologia do sistema nervoso humano, e os estudantes foram orientados a realizarem a produção de modelos didáticos, maquetes por exemplo, representando o neurônio e do arco reflexo, além da aplicação de um questionário diagnóstico (Apêndice C), utilizado para acompanhar os alunos em suas atividades assíncronas. No quarto momento de encontro remoto, foram trabalhados conteúdos relacionados de Anatomia e Fisiologia do Sistema Nervoso Humano e solicitado que os participantes fizessem uma retomada de hipóteses analisando o que escreveram inicialmente para que, depois, fosse verificado um ganho de aprendizagem.

2.2 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram apresentados e analisados na forma de tabelas e gráficos construídos com o *Excel 2019*. As análises qualitativas foram realizadas com a análises das hipóteses das problematizações, das perguntas norteadoras, das perguntas do momento assíncrono e do questionário diagnóstico. A realização dos registros dos alunos aconteceu com o uso do *Google forms*, com os links

disponibilizados no chat do *Google Meet*, durante as aulas remotas ou síncronas e no grupo de *WhatsApp*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE DAS HIPÓTESES DAS PROBLEMATIZAÇÕES

A pesquisa teve início com a sensibilização dos estudantes em uma apresentação de trechos do filme “Lucy”, a personagem tem contato com uma determinada substância química e acaba por desenvolver poderes ligados ao desenvolvimento da mente humana, pois seu cérebro fica capacitado para realizar inúmeras ações, destacando o aumento da inteligência, pois passa a utilizar mais do que 10% do seu cérebro, ressaltando o desenvolvimento e a importância do sistema nervoso humano. Após o momento de motivação foram enviadas questões norteadoras e as problematizações por meio de um link, do *google forms*, anexado ao chat da aula realizada no *Google Meet*. Esse momento foi muito importante pois com a ferramenta do *forms* foi possível acompanhar o preenchimento do formulário pelos alunos de forma imediata.

As questões problematizadoras, apresentadas aos estudantes, foram realizadas por meio de três situações abaixo que apresentaram desenhos relacionados as mesmas.

1. Já bateu o cotovelo e sentiu aquele choque? Será que temos alguma corrente elétrica funcionando no nosso corpo?
2. Às vezes “puxamos” o braço ou a mão quando sem perceber encostamos em lugares quentes ou pontiagudos como isso pode acontecer sem que estejamos preparados para isso?
3. Em alguns combates de MMA visualizamos o desmaio de alguns lutadores em um determinado momento da luta. o que pode ter acontecido?

Os alunos elaboraram, durante esse primeiro momento, suas hipóteses no formulário *forms* disponibilizado no chat do *Google Meet*, onde o professor teve o cuidado de estimular e elogiar a participação dos estudantes. Vale ressaltar que os alunos tinham na projeção da tela do *Google Meet* a apresentação das questões, facilitando ainda mais a visualização das figuras e perguntas presentes no questionário.

O Ensino por Investigação, sobretudo nas aulas de Ciências, representa uma possibilidade de superação do modelo de educação propedêutica, ou seja, de uma cultura escolar historicamente centrada na transmissão de conteúdo científico, desconectado da vida dos estudantes (SILVA et al., 2022). Segundo Carvalho (2018), dois conceitos são essenciais para que o professor estabeleça em sala de aula situações investigativas, a saber: elaboração de problemas e liberdade intelectual, ou seja, “criar condições em sala de aula para os alunos poderem participar sem medo de errar”.

Autores como Silva et al. (2022), utilizando a mesma temática, elaboraram experimentos manipulativos com roteiros didáticos na aplicação da SEI, com o intuito de reunir enunciados da

situação concreta sobre a Densidade dos Corpos, e posteriormente, foram avaliados. De modo geral, o desenvolvimento da SEI permitiu identificar, nos enunciados dos estudantes, vozes da cultura científica escolar.

3.2 ANÁLISE DOS RELATOS DA PRIMEIRA PROBLEMATIZAÇÃO

Para uma análise da primeira problematização sobre a existência ou não de corrente elétrica funcionando em nosso corpo, podemos organizar esse momento em categorias, conforme as hipóteses dos estudantes, visando uma melhor análise qualitativa.

A primeira categoria é quanto ao relato da *presença de corrente elétrica no corpo humano*, a segunda categoria é a *compreensão de não haver, ou saber, o que é corrente elétrica no corpo humano* e por último, *explicações distorcidas ou com aparente pesquisa pelo participante*.

3.3 QUANTO AOS PARTICIPANTES QUE CONSIDERARAM A PRESENÇA DE CORRENTE ELÉTRICA NO CORPO HUMANO

Veamos algumas das hipóteses, *ipsis litteris*, descritas pelos participantes.

Participante 4 – “*Sim as vezes sinto algum choque e nós podemos tem uma corrente elétrica em nosso corpo.*”

Participante 7 – “*sim e muito... eu acho que temos sim correntes elétricas em nosso corpo que da essa falta sensação de dor ou de choque eu acho nn tenho ctzaa*”

É identificado, na maior parte das hipóteses, que os estudantes compreendem a existência de corrente elétrica no corpo humano, mesmo que não faça uma explicação mais elaborada nesse momento. Baseado no resultado, observou-se que os alunos tinham uma ideia bem concreta de que o corpo humano sofria forte influência de correntes elétricas, sendo isso explicado por suas próprias experiências empíricas. Outro fator interessante é que os alunos tinham a capacidade de explicar fenômenos relacionados a corrente elétrica em âmbito pessoal e externo, como o perigo que fortes correntes elétricas podem causar danos.

Levando em conta o que foi citado, é importante salientar que o ensino por investigação busca propor ações que permitam a construção de modelos explicativos a partir de interações entre as pessoas e ou materiais de estudo. Segundo Piaget (1975), o processo de construção do conhecimento é caracterizado pela busca da equilíbrio, a qual se opera quando nos deparamos com uma situação nova, para a qual não possuímos um modelo explicativo, ou seja, uma estrutura de compreensão já existente. Por isso, o aluno irá passar pela desequilíbrio, momento temporário de adequação à realidade apresentada que culmina numa nova equilíbrio, isto é, num novo entendimento da realidade.

3.4 QUANTO AOS PARTICIPANTES QUE COMPREENDEM *NÃO HAVER, OU SABER, O QUE É CORRENTE ELÉTRICA NO CORPO HUMANO*

Vejam, abaixo, algumas das hipóteses dos participantes descritas *ipsis litteris*, que não apresentaram argumentos claros sobre corrente elétrica no corpo humano.

Participante 2 – “*uma corrente elétrica não mas um fluxo do sistema nervoso que podem nos dar impulsos involuntários de "energia". 🐾👁️*”

Participante 20 – “*Deve o choque psicológico porque é uma veia muscular que pode causar isso*”

Percebe-se com essas falas que alguns participantes apresentam uma compreensão distante de uma explicação mais científica, ou mesmo com conceitos básicos. Diante disso, é um consenso que todos aprendemos sem nos preocuparmos verdadeiramente com a natureza do processo e todos ensinamos sem buscarmos um suporte teórico explicativo do processo de ensino-aprendizagem.

No contexto das teorias de aprendizagem, é evidente que as mesmas surgiram pelo motivo ressaltado por salienta Bigge (1977), no qual “o homem não só quis aprender como também, frequentemente, sua curiosidade o impeliu a tentar aprender como se aprende”. Assim, numa perspectiva behaviorista de aprendizagem, o aluno é passivo, acrítico e mero reproduzidor de informação e tarefas. O aluno não desenvolve a sua criatividade e, embora se possam respeitar os ritmos individuais, não se dá suficiente relevo à sua curiosidade e motivação intrínsecas. O aluno pode, inclusive, correr o risco de se tornar apático, porque excessivamente dependente do professor.

3.5 QUANTO AOS PARTICIPANTES QUE APRESENTARAM EXPLICAÇÕES DISTORCIDAS OU COM APARENTE PESQUISA SOBRE CORRENTE ELÉTRICA NO CORPO HUMANO

Por último verificamos, a seguir, hipóteses dos alunos que apresentaram falas menos claras sobre corrente elétrica ou com expressões de pesquisa no início desta SEI, ver abaixo as explicações descritas *ipsis litteris*.

Participante 30 – “*Isso acontece por causa dos nervos que temos nos braços, sua função é transmitir ao cérebro mensagens como dor, etc. quando batemos o cotovelo estimulados o nervo ulnar, que provoca uma descarga e gera uma falsa informação de dor.*”

Participante 31 – “*Parestesia, que pode simular também picadas, queimaduras e outras sensações*”

Nos relatos é verificado que os participantes realizaram pesquisas rápidas pela internet para a formulação de suas hipóteses para considerar a presença de corrente elétrica no corpo humano. Porém podemos considerar que a ação de pesquisa ou consultas como sendo importante, mesmo que seja na formulação de hipóteses. A preocupação dos participantes em fornecer informações demonstra interesse em colaborar com a pesquisa.

Para uma visualização quantitativa podemos resumir esse primeiro momento quanto a porcentagem de participantes dentro de cada critério elaborado pelo autor na tabela 1 a seguir.

A partir dos dados analisados, observou-se que a construção de conceitos e teorias vai ganhando qualidade de acordo com o aprofundamento do conhecimento. Assim, a formulação de hipóteses também ganha contornos de melhor estruturação conforme o ciclo de formulação-análise-refutação-comprovação se torna mais comum e recorrente. Autores como Lawson e Toulmim (Locatelli, & Carvalho, 2007) apresentam formas e padrões para analisar a estrutura do pensamento hipotético-dedutivo, principalmente na elaboração do argumento em aulas de ciências. Por um outro lado, em um contexto mais amplo, Lakatos e Marconi (2003) apresentam aspectos relativos à estrutura das hipóteses e suas características de acordo com a estrutura formulada. A busca pelo avanço qualitativo das construções argumentativas em aulas de ciências requer necessariamente uma modificação da estrutura da aula, buscando abordagens que contribuam para tal transformação.

Tabela 1. Análise quantitativa dos critérios da primeira problematização

Critérios estabelecidos da primeira problematização	% critérios
<i>Presença de corrente elétrica no corpo humano</i>	62,5%
<i>Compreensão de não haver, ou saber, o que é corrente elétrica no corpo humano</i>	18,8%
<i>Explicações distorcidas ou com aparente pesquisa do participante</i>	18,7%

Fonte: Autor

A tabela mostra as porcentagens das percepções dos participantes quanto aos critérios estabelecidos sobre impulso elétrico do sistema nervoso humano da primeira problematização dos participantes.

3.6 ANÁLISE DOS RELATOS DA SEGUNDA PROBLEMATIZAÇÃO

A segunda hipótese, apresentada aos discentes, busca a compreensão da ação do ato reflexo pelo sistema nervoso humano.

Os participantes responderam a situação problema com seus conhecimentos prévios. Para análise dessa problematização sobre a resposta involuntária do ato reflexo do corpo humano, podemos elaborar três categorias de acordo com as hipóteses dos estudantes, visando uma análise qualitativa.

A primeira categoria, para essa segunda situação, é quanto ao relato do estudante quanto a **existência de um controle de defesa pelo reflexo humano**, a segunda categoria é a uma **resposta não reflexa do organismo humano**, e a terceira de **não relataram compreensão sobre o reflexo humano**.

Cruz (2019) com objetivo geral discutir o potencial de uma sequência de ensino investigativa sobre o tema Órgãos dos Sentidos verificou que o uso dos recursos semióticos, intencionalmente inseridos nas atividades da sequência, potencializaram o processo de investigação, pois desencadearam aspectos investigativos como problematizações, investigações para testar hipóteses e auxiliaram na construção de argumentações. Foi observado assim que a sequência de ensino desenvolvida tem

potencial investigativo que colabora com o aprendizado do tema e que os modos semióticos contribuíram para seu desenvolvimento.

3.7 QUANTO AOS RELATOS SOBRE A EXISTÊNCIA DE UM CONTROLE DE DEFESA PELO REFLEXO HUMANO

Abaixo algumas hipóteses dos participantes, *ipsis litteris*, que expressaram uma ideia de defesa que provem de um ato reflexo.

Participante 1 – *“isso aconteceu pq nosso sistema nervoso ativa uma função no nosso cérebro que nós faz ter certos reflexos no msm momento”*

Participante 7 – *“Nosso sistema nervoso nos alerta que estamos em perigo e já manda “mensagem ao cérebro” para saímos ou para de fazer tal coisa que nos deixa em perigo.”*

Participante 16 – *“Isso ocorre através de reflexos comandados pelo nosso cérebro, assim puxamos a mão quando sentimos algo quente, por exemplo”*

Levando em consideração os dados analisados, observou-se que as explicações dos alunos estavam incorretas, em alguns aspectos, eram apenas incompletas ou parciais. Baseado nisso, é importante que o professor planeje o ensino de maneira que os estudantes possam se tornar conscientes de suas capazes de entender que algumas de suas explicações podem ser complementadas por outras (Solsona et al., 2003).

3.8 QUANTO AOS RELATOS DOS PARTICIPANTES QUE REFLETIRAM SOBRE UMA RESPOSTA NÃO REFLEXA DO ORGANISMO HUMANO

Alguns relatos dos discentes, *ipsis litteris*, que entenderam existir outros meios de resposta rápida por algo que possa ameaçar o corpo humano.

Participante 2 – *“A pele recusa quando encosta em alguma coisa que possa queima a pele”*

Participante 23 – *“Na mesma hora a gente sente um choque térmico e se assustamos quando encostamos.”*

Para alguns alunos a situação disponibilizada tem como resposta uma ação não reflexa, muitos compreendem como uma ação local ou pontual do sistema nervoso humano. As explicações dos alunos não eram errôneas, mas apenas incompletas ou parciais devendo, então, o ensino não reflexa do organismo humano se dar de modo a favorecer a relação de complementaridade das explicações.

O reconhecimento por parte dos estudantes de suas próprias ideias tem sido apontado como um fator importante para o aprendizado de conceitos científicos. No modelo de Posner et al. (1982), uma das condições para a mudança conceitual diz respeito à insatisfação do aprendiz com suas concepções já existentes.

3.9 QUANTO AOS RELATOS DOS PARTICIPANTES QUE NÃO APRESENTARAM COMPREENSÃO SOBRE O REFLEXO HUMANO

Por fim, algumas explicações dos participantes, *ipsis litteris*, que não apresentaram compreensão sobre o ato reflexo humano.

Participante 11 – “*As vezes não pesbendo ondi colocá as mão po que não da atenção*”

Participante 21 – “*Pode causa um espanto no nosso sistema óssea*”

Ao analisar as hipóteses dos estudantes, foi verificado a falta de compreensão sobre o ato reflexo humano, ou a ausência de resposta mais explicativa para a segunda problematização do questionário.

Abaixo encontramos, na tabela 2, uma análise quantitativa dos critérios estabelecidos referente as hipóteses elaboradas pelos participantes na segunda problematização sobre o ato reflexo humano.

Tabela 2. Análise quantitativa dos critérios da segunda problematização

Critérios estabelecidos para a segunda problematização	% critérios
<i>Existência de um controle de defesa do reflexo humano</i>	50%
<i>Resposta não reflexa do organismo humano</i>	21,9%
<i>Não relataram compreensão sobre o reflexo humano</i>	28,1%

Fonte: Autor

A tabela mostra as porcentagens das percepções dos participantes quanto ao ato reflexo humano da segunda problematização, é identificado que apenas 50% dos alunos apresentam uma ideia de defesa do organismo humano diante de uma situação onde existe a ação do ato reflexo humano.

Com relação ao sistema nervoso, o enfoque do ensino recai sobre a memorização de estruturas anatômicas e funções (RODRIGUEZ, 2003). Isso evidencia o quão desafiante tem sido propor formas de articular os domínios epistêmico e social do conhecimento científico ao seu domínio conceitual (DUSCHL, 2008), especialmente em conteúdos cuja ênfase é a memorização. Autores como Matos et al. (2021) elaboraram um conjunto de materiais organizados a partir de uma sequência de aulas envolvendo a investigação de um fenômeno relacionada ao sistema nervoso do ser humano, a dor do “membro fantasma”, no qual a proposta foi fazer com que tais conhecimentos sejam articulados buscando o engajamento dos estudantes em práticas como: elaboração de hipóteses, interpretação de dados, argumentação entre pares e construção de conclusões.

3.10 ANÁLISE DOS RELATOS DA TERCEIRA PROBLEMATIZAÇÃO

Na terceira problematização encontramos hipóteses elaboradas pelos estudantes e descritas no *Google forms* onde a situação problema questiona sobre desmaios de pessoas que sofrem pancada na cabeça e suas consequências no sistema nervoso humano.

Considerando os conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes na terceira problematização, buscou-se uma estratégia de ensino para conectar as atividades teóricas à

aplicabilidade de situações que exijam um raciocínio em prol da resolução de situações-problema, incitando a curiosidade dos estudantes, e, principalmente, utilizando os seus saberes primários como alicerces para construção de novos saberes. Carvalho (2016) enfatiza que a “sequência de atividades que traz um tema em específico, onde cada atividade planejada busca a interação dos conhecimentos prévios do aluno com o novo saber”, possibilitam um alicerce sobre o conhecimento já existente, tendo como consequência o saber científico.

Assim, foram elaboradas três categorias para essa situação problema. A primeira categoria é considero que o estudante tem uma *percepção de alteração no sistema nervoso por conta de uma concussão cerebral*, no segundo critério foi considerado *explicações sobre desmaios não vinculadas à concussão cerebral* e como último critério os estudantes apresentaram *hipóteses sem informações sobre concussão cerebral*.

3.11 QUANTO AS NARRATIVAS DOS ESTUDANTES SOBRE A PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES REFERENTE A ALTERAÇÕES NO SISTEMA NERVOSO CAUSADA POR UMA CONCUSSÃO CEREBRAL

A seguir temos narrativas dos estudantes, *ipsis litteris*, alusivo a alteração no sistema nervoso por conta de uma concussão cerebral, vejamos algumas dessas hipóteses.

Participante 5 – “*Pode ter acertado um lado do cérebro onde fica o sistema nervoso do corpo e a pancada pode ser muito forte e chega a desmaiar, outros podem até perder o movimento da perna, ou causar falha em alguma parte do corpo*”

Participante 12 – “*O lutador pode ter aplicado o golpe em seu adversário, fazendo ele perde os seus sentido e acabado de desmaiar e provocado uma lesão cerebral.*”

É possível observar, nas hipóteses, que os alunos percebem alguma alteração no sistema nervoso humano, por conta de uma pancada na cabeça. Mesmo que não tenham se utilizado de uma linguagem mais rebuscada, as suas hipóteses permitem esse entendimento. Na tabela 3 encontramos algumas palavras referente a situação como colapso ou desmaio, por exemplo.

A verdadeira ênfase do aluno como construtor do seu próprio conhecimento surge com as teorias cognitivo-construtivistas da aprendizagem, que imprimem um caráter determinante às concepções prévias dos alunos. Essa perspectiva cognitivo-construtivista da aprendizagem deve-se ao modelo piagetiano e de Ausubel et al. (1981), no qual é levado em consideração o aprender a pensar e o aprender a aprender, e não com a obtenção de comportamentos observáveis.

3.12 QUANTO AS NARRATIVAS DOS ESTUDANTES QUE APRESENTAM EXPLICAÇÕES SOBRE DESMAIOS NÃO VINCULADOS A CONCUSSÃO CEREBRAL

Abaixo argumentos de participantes, *ipsis litteris*, que apresentaram informações sobre desmaios que não tem ligação direta com a concussão cerebral.

Participante 11 – “*Balança o cerebro causando uma tontura, ou o liquido do ouvi (não sei como chama) é mechido causando um desequilíbrio*”

Participante 32 – “*Ocorrem quando a pressão arterial cai e não há oxigênio*”

As hipóteses dos estudantes apresentam informações ligadas a possíveis desmaios, sem ligação a concussão cerebral. O interessante é que as hipóteses dos alunos, para essa problematização, a tentativa dos alunos de explicarem desmaios com argumentos técnicos, da bagagem de conhecimentos adquirida por eles ao longo da sua vida escolar. No entanto, observa-se que é preciso tornar os alunos conscientes de suas descobertas sobre a problemática estudada, só assim, seriam capazes de entender que algumas de suas explicações podem ser complementadas por outras (Solsona et al., 2003).

3.13 QUANTO AS NARRATIVAS DOS ESTUDANTES SEM INFORMAÇÕES SOBRE CONCUSSÃO CEREBRAL

Alguns participantes demonstraram não ter conhecimento nos argumentos descritos sobre o assunto, o que é observado, *ipsis litteris*, abaixo:

Participante 9 – “*Eli pode de dato um golpi da cabeça*”

Participante 26 – “*Não sei*”

Participante 28 – “*Pelos golpes dos rivais*”

Nessas hipóteses, percebe-se a uma a ausência de informações sobre concussão cerebral por uma pequena parte dos alunos participantes.

Abaixo temos a tabela 3, que apresenta uma análise quantitativa dos critérios estabelecidos das hipóteses descritas pelos estudantes voltadas para a terceira problematização.

Tabela 3. Análise quantitativa dos critérios da terceira problematização

Crítérios estabelecidos para a terceira problematização	% critérios
<i>Percepção de alteração no sistema nervoso por conta de uma concussão cerebral</i>	71,9%
<i>Explicações sobre desmaios não vinculados à concussão cerebral</i>	15,6%
<i>Hipóteses sem informações sobre concussão cerebral</i>	12,5%

Fonte: Autor

Na tabela verificamos as porcentagens das percepções dos participantes quanto a concussão cerebral da terceira problematização. Verifica – se que 71,9% dos alunos creditaram os desmaios, ligados a pancadas na cabeça, a alterações no sistema nervoso.

É importante salientar que na realização de práticas educacionais sejam considerados os conhecimentos prévios dos estudantes, com a finalidade de contribuir com a construção de novos

saberes, promovendo a transformação e o aperfeiçoamento da qualidade da aprendizagem, inclusive no ensino público (SANTOS; ROSSI, 2020).

Após o momento remoto, onde aconteceu a motivação e a aplicação do questionário contendo as problematizações e perguntas norteadoras, os estudantes foram orientados a pesquisarem sobre o AFSNH.

3.14 ANÁLISE DAS QUESTÕES NORTEADORAS

Para o momento assíncrono foi criado um grupo de WhatsApp para que os estudantes tivessem acesso a materiais para auxiliar na pesquisa, nesse momento foi orientado que os estudantes realizassem seus estudos sobre a AFSNH por sites, livros e vídeos, de acordo com as possibilidades de acesso de cada um. Para auxiliar os participantes foram encaminhados dois links, com conteúdo sobre o tema, com acesso ao *Google Forms* com material para leitura, vídeos e perguntas norteadoras.

Esse material foi sugerido para auxiliar as pesquisas por parte dos participantes e que estariam à vontade para utilizar o material, conforme suas necessidades.

3.15 ANÁLISE DAS QUESTÕES UTILIZADAS PARA FAZER O ACOMPANHAMENTO DOS ESTUDOS DOS PARTICIPANTES

Os estudantes que acessaram o material e responderam às perguntas apresentaram um entendimento em parte dos conceitos básicos apresentados no material, conforme respondiam as perguntas. As perguntas e as repostas dos alunos, *ipsis litteris*, estão listadas abaixo:

3.15.1 Perguntas do primeiro link do *Google Forms*

1. O que você entendeu sobre sinapse?
2. Explique com suas palavras o que é potencial de ação?

Para um melhor acompanhamento da rotina de estudo dos participantes, estão listadas abaixo algumas das respostas, *ipsis litteris*, sobre a primeira pergunta que busca o significado de sinapse nervosa.

Participante 11 – “A sinapse é uma troca de substância química dos neurônio que ao sentir alguma coisa, emoção, tato ou olfato etc, um neurônio transmite essas substâncias para o outro neurônio sem se tocar.”

Participante 26 – “A sinapse é uma pequena região entre um neurônio e uma outra célula por onde é transmitidos os impulsos nervoso.”

Participante 18 – “sinapse é a celula que mais recebe informações sobre movimentação que passa de um para outro com o impulso elétrico que é muito importante i pode causar muito mal se ela for afetada.”

É perceptível que os estudantes demonstram, em suas respostas, conceitos presentes no material enviado para pesquisa. Alguns estudantes apresentaram uma compreensão diferente das informações mais técnicas, como observado.

Na segunda pergunta sobre potencial de ação os participantes escreveram as informações colocadas abaixo, *ipsis litteris*, da seguinte forma:

Participante 1 - *“O impulso nervoso (ou potencial de ação) é uma rápida alteração do potencial elétrico das membranas dos neurónios. ... Geralmente o potencial de repouso é negativo, ou seja, o exterior mais positivo que o interior. Deve-se sobretudo à diferença de concentração dos iões sódio (Na⁺) e potássio (K⁺) dentro e fora da célula.”*

Participante 9 - *“Em resumo é quando o neurônio em repouso que até aquele momento possui a carga negativa recebe um estímulo onde que inverte sua polaridade proporcionando a propagação do impulso nervoso”*

Participante 12 - *“É uma inversão do potencial de membrana que percorre a membrana de uma célula”*

Nesse questionamento os alunos, em sua grande maioria, apoiaram-se no material e descreveram de forma estruturada apesar de resumida que o potencial de ação está voltado para uma alteração da membrana do neurônio.

Com o intuito de acompanhar o estudo dos alunos foi enviado um segundo link do *Google Forms* abordando informações sobre estímulo nervoso, ato e arco reflexo.

3.15.2 Perguntas do segundo link do *Google Forms*

1. Você consegue explicar o que é estímulo e dar exemplos?
2. Explique com suas palavras o que é ato reflexo e arco reflexo?
3. O que pode levar pessoas a desmaiar quando levam uma pancada na cabeça? Leia o material e assista o vídeo. Escreva com suas palavras o que entendeu.

A seguir estão listadas algumas respostas, *ipsis litteris*, dos discentes da primeira pergunta relacionada acima sobre o entendimento do que é o estímulo nervoso.

Participante 7 – *“Não entendi muito bem, mais acho q é a mudança q se ver nos ambientes dentro e fora.”*

Participante 8 – *“Estímulos falando a grosso modo são sentidos, uma pessoa se aproxima da alta temperatura de uma vela gerando uma espécie "descarga elétrica" no cérebro alertando ao corpo o quão perigoso pode ser se aproximar”*

Participante 10 – *“São sinais físicos ou químicos que originam uma reação do organismo. Ex: variação de temperatura e de pressão; Ex: Quando as pessoas trocam em algo e acaba se queimando;”*

Alguns estudantes encontraram dificuldades em compreender o significado de estímulo nervoso, entendendo como mudanças no organismo ou tentando explicar através de exemplos.

Na segunda pergunta foi abordado aos estudantes informações sobre ato e arco reflexo, vejamos as respostas, *ipsis litteris*, abaixo:

Participante 2 – *“O movimento executado é chamado ato reflexo, ou apenas reflexo. O caminho percorrido pelo impulso nervoso, que levou à execução do movimento, é o arco reflexo”*

Participante 4 – *“Ato reflexo é uma resposta que seu corpo dar imediato para se proteger, como por exemplo quando pegamos em algo quente. Arco reflexo está relacionado com a resposta imediata sem consciência do indivíduo através da excitação de um nervo.”*

Participante 9 – *“Ato é o que você faz e já o arco é o caminho que o estímulo vai percorrer”*

Participante 12 – *“Ato reflexo:é quando nossa ação é espontânea,são ações que nosso corpo toda para nossa propria proteção.arco reflexo:e uma ação involuntária ou seja acontece sem nem percebermos”*

Participante 15 – *“Ato Reflexo É Quando vc tem uma certa resposdo seu corpo a toca em uma chapa quente , pisar em um prego E Tiramos Nossa Mão ou nosso pe rapidamente. Arco Reflexo É A Ação Que a Pessoa Tem ao Tocar em Algo Quente Ou Pontudo”*

Alguns estudantes trouxeram a ideias resumidas do ato e arco reflexo corretamente. Outros participantes demonstraram que ato e arco reflexo seriam a mesma coisa, não diferenciando o processo e a estrutura. A terceira pergunta busca do estudante conhecimentos sobre as causas de uma concussão cerebral. Vejamos abaixo algumas das explicações, *ipsis litteris*, dadas por eles.

Participante 3 – *“Acho que na hora a pessoa perde a consciência de tudo pois meche com o miolo da cabeça tipo o sangue.”*

Participante 4 – *“Cerebro é responsável por comandos enviados a para o resto de nossos órgãos responsável pela memória e etc, quando ocorre uma pancada na cabeça gera uma danificação em células e nervos provocando então o desmaio.”*

Participante 6 – *“Quando leva alguma pancada na cabeça pode desenvolver sequelas como epilepsia ou até mesmo perder a memória. Ou pode causar por traumas como quedas, ou pancada na cabeça, acidente ... Deve ser orientadas por um neurologista, quando são leve as dores pode ser recomendado apenas descanso absoluto tipo não pode trabalhos ou atividades pesadas.”*

Participante 10 – *“Ele ocorre quando a pressão arterial cai e não há oxigênio suficiente no cérebro”*

Os alunos ao responderem o questionário apresentaram um certo conhecimento sobre as causas de uma concussão cerebral, e reconheceram a importância do cérebro para as atividades do ser humano. Contudo, alguns participantes apontaram os desmaios a problemas na pressão sanguínea.

Na análise das perguntas norteadoras é possível observar o envolvimento dos estudantes com o material de estudo disponibilizado, uma vez que o *Google Forms* permite a análise das informações e o registro de respostas para uma avaliação qualitativa do processo (MONTEIRO e SANTOS, 2019), além de verificar as limitações dos estudantes para o acesso aos materiais na modalidade do ensino remoto, principalmente no interior e com alunos de baixa renda em tempos de pandemia (NASCIMENTO, *et al.*, 2020).

3.16 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO E DOS MODELOS DIDÁTICOS

Retomamos o encontro com uma aula remota destacando a célula nervosa, seu funcionamento e interação com outras células nervosas e as estruturas que formam o sistema nervoso. O momento remoto foi importante para que dúvidas pudessem ser retiradas e estimular a participação dos estudantes nos momentos síncronos e assíncronos. Os estudantes foram orientados a acessarem e responderem um questionário diagnóstico (QD) semiestruturado, que foi enviado através de link do *forms* no grupo de *WhatsApp*.

O QD possui informações sobre AFSNH, sendo composto de cinco questões discursivas e cinco objetivas. Nesse QD foram abordados conceitos relacionados a estrutura das células nervosas e das suas funcionalidades, sobre o funcionamento do ato reflexo e a estrutura que a compõem, além de algumas estruturas do sistema nervoso, como o encéfalo, por exemplo. O QD visa o acompanhamento de uma aprendizagem mais significativa abordando conceitos importantes sobre o Sistema Nervoso Humano.

3.17 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO (QD)

A realização de um questionário, durante o processo de ensino, é importante como método avaliativo afim de verificar a aprendizagem dos alunos (OLIVEIRA, *et al.*, 2019). O QD, possui cinco questões objetivas e cinco subjetivas, pois busca abordar conceitos básicos sobre a AFSNH. As respostas dos estudantes foram analisadas de forma conceitual. As questões objetivas são identificadas como Q1, Q4, Q6, Q8 e Q10, conforme a sequência no QD. Abaixo estão listados, na tabela 4, os conceitos e os acertos dos estudantes.

Tabela 4. Análise quantitativa das questões objetivas do QD

Questões	Conceitos abordados	Acertos (%)
Q1	<i>Saber o nome da célula nervosa.</i>	100%
Q4	<i>Caracterizar as partes estruturais da célula nervosa.</i>	93,9%
Q6	<i>Identificar o potencial de repouso.</i>	57,5%
Q8	<i>Reconhecer outras partes do encéfalo.</i>	100%
Q10	<i>Distinguir as partes do arco reflexo</i>	60,6%

Fonte: Autor

Percebe-se, no primeiro momento de análise do QD, que os participantes encontraram dificuldades nos conceitos das Q6 e Q10, que abordam o potencial de repouso e de distinção das partes do arco reflexo. Os mesmos obtiveram maior êxito nas Q1, Q4 e Q8. Assim observamos o alto índice de questões assertivas realizadas pelos estudantes, o que mostra o uso do QD como método favorável nesse momento da aprendizagem.

Questões objetivas possuem um viés quantitativo, sendo o uso de questionários importante para auxiliar o professor na análise de diferentes capacidades dos estudantes. Questões mais estruturadas ajudam a desenvolver o raciocínio lógico dos alunos, contudo as questões subjetivas, além disso, estimulam o exercício da escrita (OLIVEIRA, *et al.*, 2019).

Como descrito anteriormente o QD possui, também, cinco questões subjetivas, que visam analisar a escrita dos estudantes quanto aos conceitos sobre a AFSNH, para tanto essas questões estão na tabela 5, logo abaixo, identificadas como Q2, Q3, Q5, Q7 e Q9 e seus conceitos relevantes ao lado com a finalidade de facilitar sua compreensão quanto ao entendimento dos alunos referente a cada uma delas.

Tabela 5. Análise quantitativa das questões subjetivas do QD

Questões	Conceitos abordados	Acertos (%)
Q2	<i>Saber o nome dado ao impulso elétrico.</i>	46,5%
Q3	<i>Descrever o nome do espaço entre os neurônios.</i>	75,8%
Q5	<i>Relatar a importância da bainha de mielina.</i>	54,5%
Q7	<i>Reconhecer o órgão mais importante do SNH*.</i>	100%
Q9	<i>Discorrer sobre a notabilidade da ME**.</i>	63,5%

*Sistema Nervoso Humano, **Medula Espinhal. Fonte: Autor

A tabela relata, quantitativamente, as repostas dos participantes. Porém, ao observar algumas repostas de perguntas diretas como a Q2, constatou-se que alguns ainda apresentaram dificuldades na compreensão do assunto, pois alguns alunos responderam que a transmissão do impulso elétrico entre os neurônios era chamada de sinapse, e outros não conseguiram relatar a importância da bainha de mielina e da medula espinhal.

Mesmo que o uso dos questionários se mostre mais eficiente e tenha algumas vantagens, entre elas, facilidade na obtenção de amostras, não haver influência do pesquisador e menor inibição do participante, também apresenta desvantagens como menor detalhamento das repostas, interpretação e compreensão dependente do informante, o que pode influenciar na qualidade da resposta, pois



depende, também, da qualidade das perguntas elaboradas, o que exige um bom preparo e experiência do pesquisador quanto a elaboração dos questionários (MAIA, 2020).

3.18 ANÁLISE DOS MODELOS DIDÁTICOS (MDS)

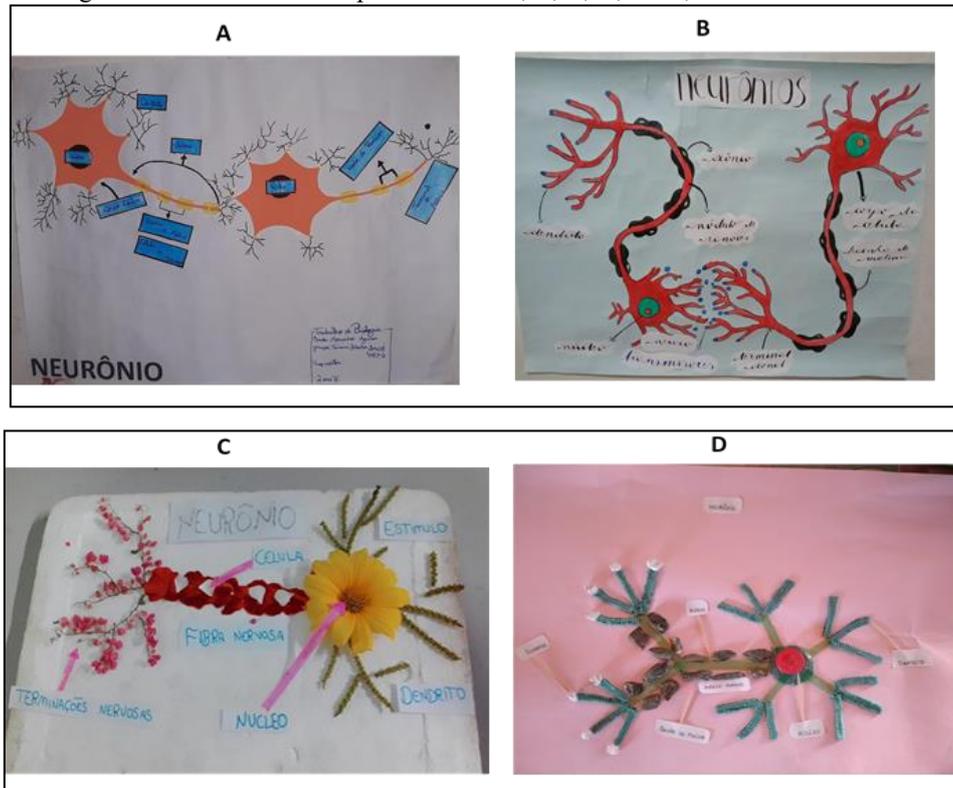
Nesse momento os alunos foram orientados a se organizarem em grupos, de preferência por localidade para poderem se reunir e realizar o trabalho respeitando as orientações sanitárias contra a pandemia exigidas no período. A elaboração dos MDs (figuras 1 e 2) faz referência a célula nervosa, ao impulso nervoso (IN) e ao ato e arco reflexo. Esses modelos tornam-se uma ferramenta importante para favorecer o processo de ensino aprendizagem, pois estimulam o interesse dos estudantes facilitando uma melhor compreensão de conceitos importantes e das estruturas estudadas.

Os alunos tiveram total liberdade para a realização da atividade, sendo estimulados a utilizarem da criatividade para a criação dos MDs.

A elaboração dos MDs pelos estudantes foi importante para a compreensão das estruturas e processos do sistema nervoso humano. Os participantes se sentiram motivados e bem à vontade para a produção das maquetes utilizando recursos que tinham em casa.

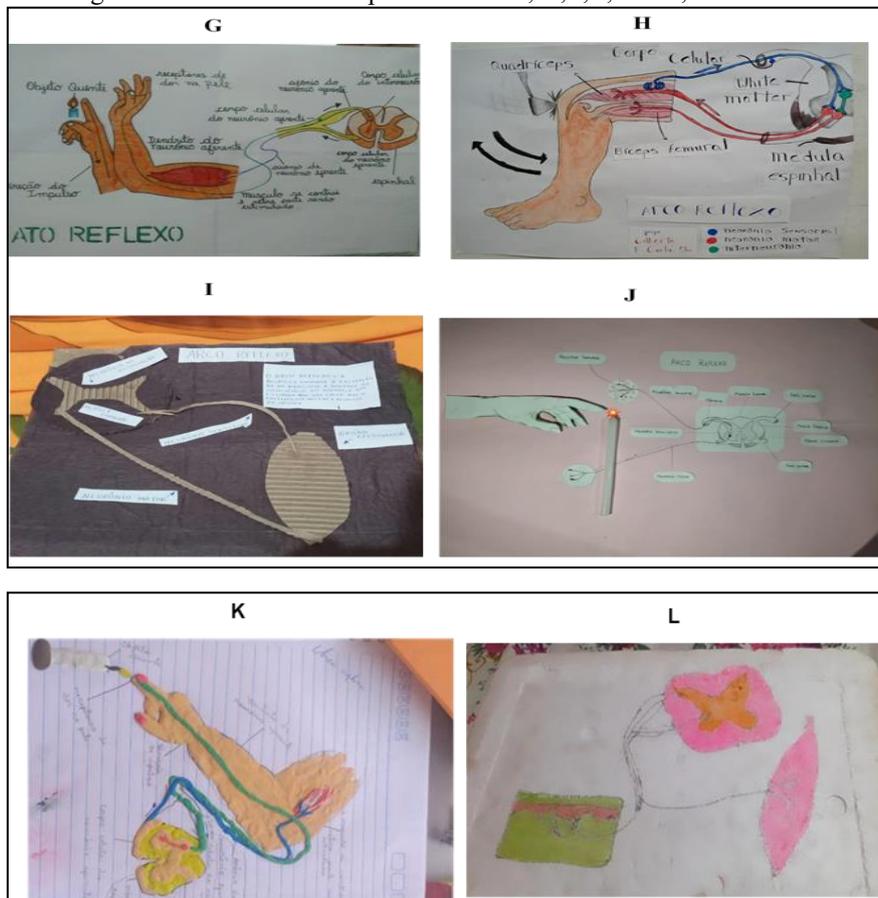
Os MDs são excelentes recursos que possibilitam ao estudante visualizar as estruturas biológicas em tamanho ampliado para além do material didático, proporcionando o uso de materiais que podem ser mais facilmente adquiridos tornando o ensino mais motivador e atraente (GERPE, 2020). Nesse momento pandêmico, o uso de diferentes recursos se torna essencial no que se refere a materiais que possam ser produzidos e compartilhados em um ensino remoto adaptado, ajustando a aplicação de materiais já existentes (GUGLIANO; FERREIRA, 2021). A utilização dos modelos didáticos é uma estratégia eficiente para a aprendizagem, mesmo na modalidade de ensino remoto (RODRIGUES, 2021).

Figura 1 – MDs elaborados pelos alunos. A, B, C, D, E e F, os neurônios e o IN.



Fonte: Autor

Figura 2 – MDs elaborados pelos alunos G, H, I, J, K e L, arco reflexo.



Fonte: Autor

3.19 ANÁLISE DA RETOMADA DAS HIPÓTESES (RH)

Neste momento foi ministrada uma aula de forma remota pelo *Google Meet* e discussões foram realizadas para além da aula tradicional. Conceitos importantes foram retomados, para a retirada de dúvidas, voltados para AFSNH e seu funcionamento.

Diante da situação de isolamento social, foi necessário experimentar, inovar, sistematizar e avaliar processos de aprendizagem dos alunos, na busca de fazer o melhor uso possível de ferramentas tecnológicas, sendo necessário refletir a prática docente quanto à abordagem de assuntos relevantes que seriam trabalhados em sala de aula, bem como a necessidade de adequações didáticas e metodológicas (VIEIRA; RICCI, 2020).

Diante disso, foram disponibilizadas, para cada um dos participantes, as hipóteses das problematizações para serem analisadas e foi solicitado que reescrevessem suas ideias após a realização das atividades anteriores, com o objetivo de estimular o protagonismo estudantil para uma aprendizagem significativa, valorizando a reflexão, o pensamento crítico e o saber (OLIVEIRA, 2020).

Com a retomada das hipóteses, durante a atividade remota, os alunos foram envolvidos nas tecnologias digitais e estratégias voltadas para a alfabetização científica, sendo mantida a autonomia dos participantes (MARQUES, *et al.*, 2021), o que proporcionou uma escrita mais técnica e um ganho de aprendizagem.

Após o envio das retomadas das hipóteses, foram criadas categorias para melhor compreensão dos argumentos realizados diante da análise e reescrita das hipóteses. A primeira problematização, neste momento, está voltada para o conceito da ***existência de corrente elétrica no corpo humano***.

Nos argumentos apresentados pelos estudantes foram encontradas, na escrita, expressões mais científicas, como sinais químicos mencionado por um dos participantes, *ipsis litteris*: “*Sim. Está presente no corpo humano impulsos nervosos, sinais químicos emitidos pelas células nervosas até as contrações musculares são controladas por pequenas correntes elétricas*”, Outro menciona sobre impulso nervoso e cargas elétricas: “*Acontece com que a transmissão do impulso nervoso vai como uma onda até a membrana axônio fazendo com que a maior concentração do íons, apresentando carga positiva e negativa, e assim acontece a corrente elétrica*” ou citando, de forma mais simples sobre o impulso nervoso: “*Sim, temos uma corrente que se chama impulso nervoso*”. Encontramos mais argumentos descritos pelos alunos no apêndice I.

Alguns participantes apresentaram ***pequenas distorções na compreensão da existência de corrente elétrica no corpo humano***, apesar de transmitir a ideia de corrente elétrica no corpo, como: “*São descarga elétricas que gera informação de dor*”, e foi constatado, em menor quantidade, uma escrita com ***aparente pesquisa do participante***, como observado a seguir: “*Sim, chamamos de impulso nervoso a corrente elétrica que passa pela membrana dos neurônios e aumenta ao longo dessas células. Isso ocorre como uma onda de mudança de polarização da membrana do axônio, e no meio*

extracelular acha se uma grande quantidade de ions sódio(Na⁺) que faz com que a membrana na face externa, tenha carga positiva e na face interna carga negativa". Abaixo temos a tabela 6, que apresenta uma análise quantitativa dos critérios estabelecidos nessa RH da primeira problemática.

Tabela 6. Análise quantitativa da RH quanto a presença de corrente elétrica no corpo humano

Critérios da RH da primeira problematização	% critérios
<i>Argumentos mais científicos da existência de corrente elétrica no corpo humano.</i>	87,5%
<i>Escrita com aparente pesquisa do participante.</i>	3,1%
<i>Análise com pequenas distorções na compreensão da existência de corrente elétrica no corpo humano.</i>	9,4%

Fonte: Autor

Quando comparamos as hipóteses iniciais com a retomada de conceitos, é observado um aumento da qualidade da escrita demonstrando o conhecimento apreendido durante esta SEI, mesmo que existam comentários que transpareçam uma pesquisa rápida realizada por um ou outro estudante, o que demonstra interesse pela participação no trabalho.

A segunda problemática tem como foco a compreensão, por parte dos estudantes, da reação de defesa do corpo humano ante a uma situação de perigo conhecida como ato reflexo. Para esta segunda análise foram elaborados dois conceitos. O primeiro conceito é referente a **descrição da presença do ato reflexo como sistema de defesa**, onde a maior parte dos alunos apresentaram um bom entendimento, diante do que foi escrito, sobre a importância do ato reflexo, como afirma um dos participantes: *“Isso geralmente é um sentido de defesa nosso corpo que é altamente defensivo por conta da sensibilidade do nosso corpo e esse movimento de defesa é transmitido pelo nosso corpo através da nossa coluna espinhal ou talvez pelos nossos sentidos e reflexos”*, é observado a opinião formada de defesa do organismo e até mesmo do seu funcionamento, como é confirmado quando outro aluno escreve o seguinte: *“É o ato reflexo, a mensagem não vai pro nosso cérebro e sim pra nossa medula óssea sendo assim faz com que o estímulo responda mais rápido e involuntário antes do que pensarmos em tirar.”*, a elaboração de respostas mais detalhadas e com argumentos mais rebuscados mostra um maior envolvimento dos estudantes com o conteúdo, o que pode ser verificado no apêndice J.

A forma como é abordado o ensino de biologia pode ser mais interessante e atraente para os alunos tendo um efeito construtivista quando se refere à alfabetização científica em um ensino por investigação. Esta forma de ensino tornam os conteúdos mais significativos para os estudantes, pois as sequências didáticas permitem um maior protagonismo dos alunos, além de uma melhor compreensão dos conceitos e produção do conhecimento científico (SCARPA; CAMPOS, 2018).

Embora alguns participantes tenham sido abraçados pelo conceito contendo **explicações com pequenas distorções sobre o ato reflexo**, mesmo assim apresentaram ideias relacionadas ao tema, como encontramos na fala de um dos alunos descrito, *ipsis litteris*, a seguir: *“Ao tocar em algo quente*

ou ponteados nosso sistema reage em retirar o dedo do local e acontece sem que percebemos pois o cérebro manda a mensagem para o sistema nervoso um ato reflexo que conduz informações para o cérebro”. Mesmo descrevendo que a resposta vem do cérebro, também reconhece o ato reflexo como um sistema de defesa, tendo como reação após o dedo encostar em objetos pontiagudos.

Tendo em vista a diferença significativa nos resultados do antes e depois, conclui-se que a contextualização do conteúdo para criar hipóteses foi mais eficaz para assimilação dos conteúdos referentes a presença do ato reflexo como sistema de defesa. Assim, o processo de ensino realizado por meio da utilização estratégias provenientes de uma sequência de ensino investigativa produziu uma mudança substancial nos resultados além de progresso no aproveitamento de todos os discentes e uma maior homogeneização dos resultados obtidos.

Na tabela 7, abaixo, encontramos uma análise quantitativa dos conceitos mencionados anteriormente da RH da segunda problematização.

Tabela 7. Análise quantitativa da RH quanto a presença do ato reflexo como sistema de defesa do corpo humano

Critérios da RH da segunda problematização	% critérios
<i>Descrição da presença do ato reflexo como sistema de defesa</i>	87,5%
<i>Explicações com pequenas distorções sobre o ato reflexo</i>	12,5%

Fonte: Autor

Ao comparar as hipóteses descritas pelos estudantes no início da SEI com as realizadas na retomada dos conceitos, é identificado um ganho de aprendizagem observado na melhor capacidade de escrita dos alunos, mesmo havendo pequenas distorções quanto ao funcionamento do ato reflexo.

Na terceira problematização o objeto de análise é o entendimento de que uma concussão cerebral pode trazer alterações no sistema nervoso humano e levar o indivíduo a desmaios.

Inicialmente, o critério estabelecido na reescrita diante dos relatos apresentados foi **alterações no sistema nervoso por conta de uma concussão cerebral**, na análise da escrita dos alunos, estes expressaram a relação entre concussão cerebral e desmaios, alguns participantes escreveram: “*O que ocorre é uma concussão causada por uma forte pancada na cabeça, em alguns casos pode gerar até perda de memória ou certas irregularidades no sistema nervos.*”, outros descreveram essa problematização da seguinte forma: “*Quando o lutador recebe uma pancada na cabeça a perda de consciência, interrompendo a brusca da movimentação do cérebro. O impacto causa lesões no cérebro.*”, é observado, nas respostas dos participantes, uma melhor compreensão das causas de desmaios ante a uma forte pancada na cabeça, os mesmos relatam até mesmo consequências de uma situação como esta.

Alguns discentes apresentaram **descrições com pequenas distorções sobre concussão cerebral**, ou mesmo que não conseguiram expressar melhor suas ideias, um dos alunos escreveu: “*Quando são atingidos forte imediatamente causa tontura e desmaio fazendo que o corpo pare de funcionar por*

alguns minutos.”, ou algumas falas mais incompletas como: “*Concussão o lutador pode ter lesionado algo.*”, aqui os participantes buscaram explicar a problemática o que é importante em um ensino remoto.

Foi verificado que alguns estudantes permaneceram com algumas das ideias iniciais com ***explicações sobre desmaios não ligadas à concussão cerebral***, um dos participantes relata: “*Deve ter atingido o cérebro causando desmaio, ocorre quando a pressão vai e não tem oxigênio ao cérebro.*”, o estudante tenta explicar as causas da concussão cerebral de forma equivocada, porém reconhece que uma pancada na cabeça conduz ao desmaio.

O último critério elaborado foi sobre a ***escrita com aparente pesquisa por parte do participante sobre concussão cerebral***, onde é identificado em algumas nas respostas dadas pelos estudantes a presença de informações bem mais técnicas, não percebendo a opinião do aluno. Um dos participantes escreveu: “*O lutador de MMA teve uma CONCLUSSÃO causada por uma leve pancada na cabeça. Hoje a tendência é considerar a concussão como resultante de um grau leve de lesão axonal difusa. Forças rotacionais bruscas causariam estiramento de axônios e sinapses, suficiente para causar um blackout fisiológico, mas não lesões anatômicas permanentes.*”, alguns termos demonstram uma resposta com informações direta da internet, revelando o interesse de participar da retomada se utilizando da pesquisa.

A pesquisa é a ação do pesquisador com o seu objeto de conhecimento agindo sobre os fenômenos investigados e provocando reações e comparações com situações estudadas, sendo possível retirar conclusões para compreender fenômenos como acontece no processo de aprendizagem (SCARPA; CAMPOS, 2018).

Mantendo a mesma linha de uma análise quantitativa, na tabela 8, a seguir, encontramos os critérios descritos anteriormente na análise da RH da terceira problematização que aborda alterações no sistema nervoso humano em situações de concussão cerebral.

Tabela 8. Análise quantitativa da RH referente a desmaios causados por concussões cerebrais

Critérios da RH da terceira problematização	% critérios
<i>Relato de alterações no sistema nervoso por conta de uma concussão cerebral</i>	75%
<i>Descrições com pequenas distorções sobre concussão cerebral</i>	9,4%
<i>Explicações sobre desmaios não ligadas à concussão cerebral</i>	9,4%
<i>Escrita com aparente pesquisa por parte do participante sobre concussão cerebral.</i>	6,2%

Fonte: Autor

Os participantes, nessa problematização, tiveram uma melhor compreensão de desmaios em casos de concussão cerebral, embora tenhamos 9,4% dos participantes com explicações não ligadas a esse processo, temos uma melhora na escrita dos alunos que de forma simples ou mais rebuscada, com pequenas distorções ou não, apresentaram uma linguagem mais trabalhada quando participaram desse momento.

O processo de contextualização do conhecimento a ser aprendido foi realizado no momento de apresentação das questões a serem resolvidas, objetivando fazer com que aluno entenda o conteúdo a ser aplicado o, despertando o seu interesse pelo assunto abordado. Ao final das atividades da SEI foi necessária, conforme perspectiva de Carvalho (2013), a realização de uma avaliação para acompanhar a aprendizagem.

3.20 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO SOBRE A SEI

O questionário estruturado para avaliação da SEI, abordou a opinião dos alunos quanto a *realização das atividades desta SEI*, se eles achariam interessante a *aplicação dessa metodologia em outros momentos da disciplina*, se este trabalho *contribuiu para a aprendizagem* e, dentro do que foi trabalhado, *o que poderia melhorar*.

Para facilitar a compreensão sobre a opinião dos estudantes sobre algumas de suas falas, foi elaborada a tabela 9, a seguir, contendo alguns dos comentários dos participantes.

Tabela 9. Relatos de opinião sobre a realização da SEI

1. Quanto a realização das atividades desta SEI
Participante 14 – “Sim gostei muito é uma proposta diferente para as aulas”
Participante 23 – “Sim gostei muito foi muito legal além de eu compreender mais o conteúdo”
2. Aplicação dessa metodologia em outros momentos da disciplina
Participante 14 – “Sim, chama bastante atenção porque é bem legal e bem melhor pra aprender, porque chama mais atenção porque fica interessante”
Participante 22 – “Sim, acho que seria legal cria uma forma mais interessante de se aprender sobre o assunto”
3. Contribuiu para a aprendizagem
Participante 1 – “Sim, pois com o jogo e as maquetes me ajudou bastante na fixação dos conteúdos”
Participante 21 – “Sim porque dá para a gente se desenvolver mais e também dá para a gente entender mais sobre o assunto tirar dúvidas”
4. O que poderia melhorar
Participante 14 – “Acho q so um uns trabalhos mais teórico”
Participante 23 – “Não sei dizer, pra mim todas estavam boas.”

Fonte: Autor

Os relatos da tabela 9 descrevem não apenas a aceitação da realização de atividades para a melhor compreensão de determinados conteúdos, mas a necessidade de um ensino mais prático, motivador, participativo e inovador.

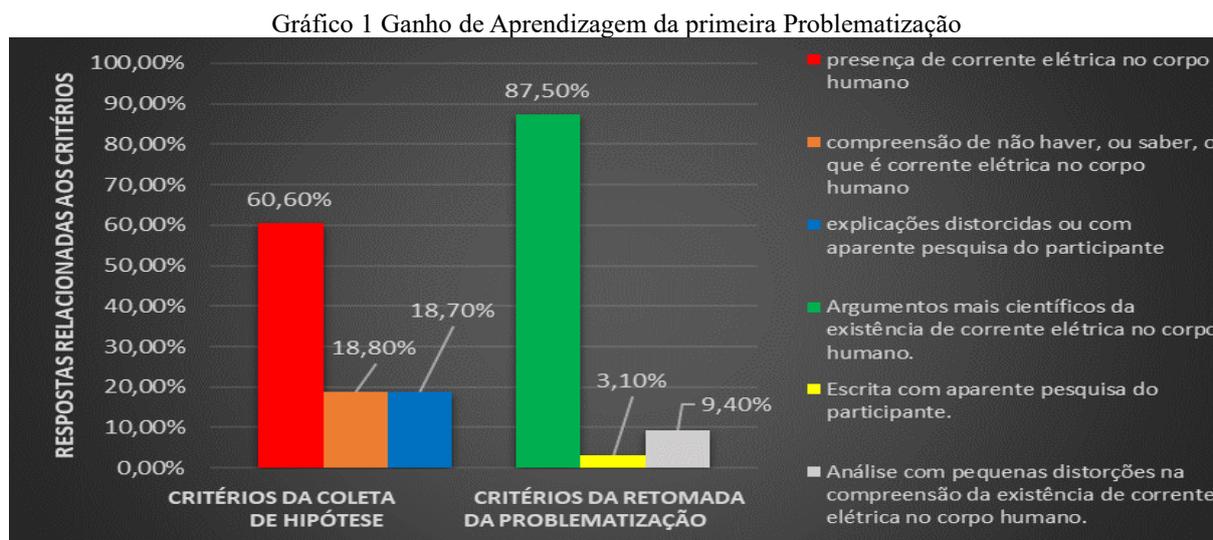
No ensino baseado em investigação o professor deve compreender que uma inovação não é oposição ao método tradicional e que o ensino investigativo não é um método único de ensino, mas uma possibilidade do estudante se tornar o principal responsável pelo seu aprendizado mesmo que seja de forma remota (DOS SANTOS, 2018).

Conforme os estudantes a realização das atividades ocorreram de forma atrativa, dinâmica e divertida ao longo da SEI sem que a parte educativa fosse comprometida.

3.21 ANÁLISE QUALITATIVA DA RETOMADA DAS PROBLEMATIZAÇÕES DESTA SEI

Para fins de análise quantitativa do processo realizado, é disponibilizado uma observação acessível e compreensível, através gráficos, do ganho de aprendizagem demonstrado pelos estudantes quando comparamos a coleta de hipóteses aplicada no início da SEI.

Na primeira problematização, onde o estudante foi questionado sobre a presença de corrente elétrica no corpo humano é identificado, na observação dos comentários dos alunos, um crescimento assertivo das respostas, como verificado no gráfico 1 abaixo.

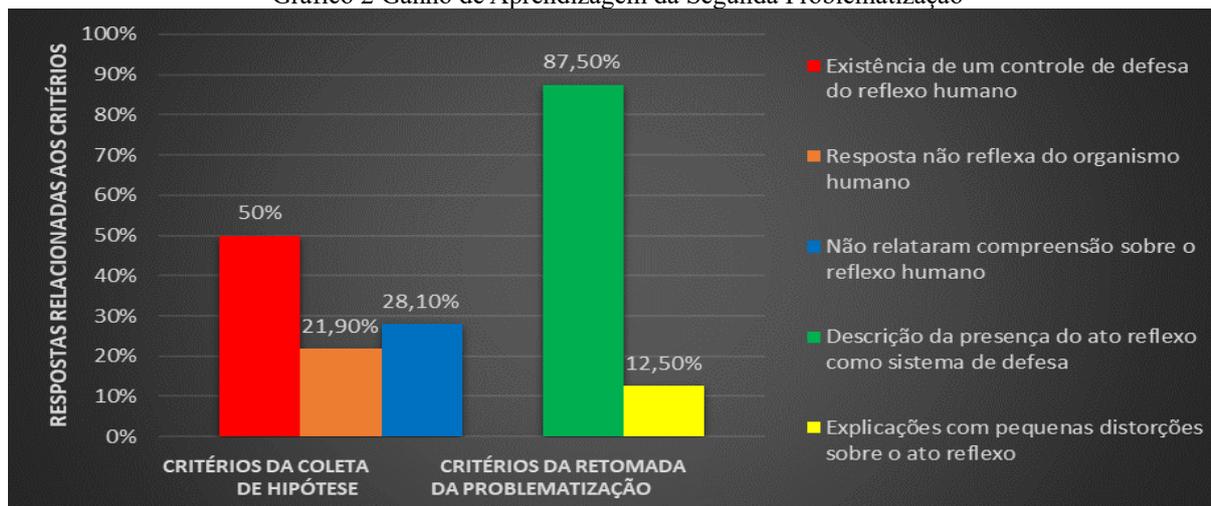


Fonte: Autor

O valor de 87,5% no gráfico acima referente a problematização, demonstra mais do que o entendimento da existência de corrente elétrica no corpo humano por parte do aluno, revelando a compreensão da existência de elementos e processos geradores desta no organismo. A presença de respostas com uma linguagem mais científica pode ser interpretada como uma melhoria na aprendizagem do estudante.

Na segunda problematização, onde os estudantes foram interpelados sobre o reflexo humano como sistema de resposta e defesa, é observado nos comentários destes uma melhoria da compreensão do processo com comentários mais acertados quando comparados com as respostas dadas por eles no início da pesquisa. O que pode ser verificado, logo a seguir, no gráfico 2.

Gráfico 2 Ganho de Aprendizagem da Segunda Problematização

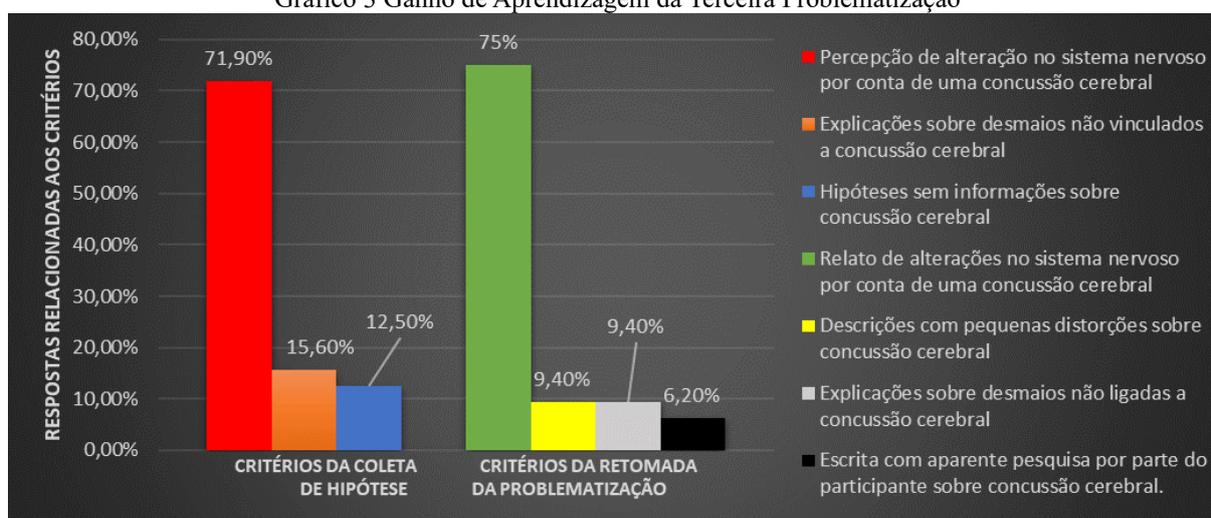


Fonte: Autor

É verificado, no gráfico acima, que inicialmente 21,9% dos participantes apontaram em suas respostas uma *resposta não reflexa do organismo humano*, e 28,1% destes *não relataram compreensão sobre a situação reflexa humana*. Contudo ao verificarmos as respostas na RH é verificado que 87,5% dos participantes conseguem *descrever a presença do ato reflexo como um sistema de defesa* para o corpo humano, demonstrando uma alfabetização científica sólida no ganho de aprendizagem.

Na terceira e última problematização, os participantes foram questionados sobre o que seria a concussão cerebral, e é verificado nas respostas iniciais dos estudantes um certo entendimento sobre este fenômeno, apesar das respostas não apresentarem argumentos mais científicos. Contudo após a RH os alunos apresentaram uma melhor argumentação e entendimento mais específico sobre o assunto, o que pode ser verificado no gráfico 3, logo a seguir.

Gráfico 3 Ganho de Aprendizagem da Terceira Problematização



Fonte: Autor



O gráfico demonstra um certo ganho de aprendizagem quando observamos um aumento de argumentos, por parte dos estudantes, com o reconhecimento de 75% das respostas reconhecendo *alterações no sistema nervoso causado por uma concussão cerebral*. Isso se deve ao envolvimento destes com os estudos desta SEI realizada remotamente tendo como reflexo uma alfabetização científica apresentada pelos alunos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O momento pandêmico exigiu que esta SEI fosse desenvolvida de forma remota, com criatividade e com uma linguagem bem clara e motivadora adequada aos alunos em situação de isolamento social. Buscou-se atender às diversas necessidades educacionais dos alunos por meio de estratégias educacionais disponíveis com o uso de discursões e compromisso com as atividades.

Ficou evidente que o uso da internet foi essencial para a participação da pesquisa pelos alunos e que o uso das plataformas como o *WhatsApp* e *Google Forms* foram satisfatórias para a comunicação, coleta de informações e atividades nos momentos síncronos e assíncronos. Considerando os diferentes níveis socio econômicos dos participantes a realização desse trabalho foi possível mesmo de forma remota.

A sequência didática realizada permitiu o desenvolvimento de diversas competências como a pesquisa, a leitura, discussões e argumentos sobre o assunto, registros virtuais de hipóteses, construção de modelos didáticos de forma criativa, que foi desafiador em um momento de pandemia. Os alunos retomaram suas hipóteses, manifestaram suas dúvidas, e reescreveram, de forma reflexiva, suas ideias iniciais sobre as problematizações, participaram da revisão de conceitos no jogo de cartas, foram bem protagonistas durante todo o processo. Nos momentos assíncronos realizaram estudos e pesquisas, que foram acompanhadas pelas respostas das perguntas norteadoras e no do questionário diagnóstico. A realização do trabalho foi satisfatória, apesar das dificuldades presentes na pandemia, como os acessos constantes a internet ou mesmo o mesmo o acesso direto a informações que podem não ter sido tão reflexivas.

Argumentos mais consistentes sobre as situações colocadas para os estudantes, durante a atividade investigativa, foram sendo registradas para favorecer uma análise mais qualitativa, atividade importante para identificar a melhoria da escrita dos alunos com alegações mais científicas, demonstrando uma alfabetização científica.

Ao final, é importante a aplicação de novas experiências educacionais com os estudantes e a realização de métodos e estratégias didáticas que despertem a formulação de hipóteses, a reflexão e o pensamento crítico, além da elaboração e aplicação de ferramentas virtuais que contribuam com o ensino e aprendizagem quando estes forem realizados em momentos de isolamento social.



AGRADECIMENTOS

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo incentivo e apoio as atividades de pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – Código de Financiamento 001.

A coordenação Nacional e local (UESPI) do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO.



REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. & HANESIAN, H. (1980). PSICOLOGIA EDUCACIONAL. RIO DE JANEIRO: INTERAMERICANA

BIGGE, M. APRENDIZAGEM PARA PROFESSORES. São Paulo: EPU, 1977

CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: _____. (org.) Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula. Editora: Cengage Learning, 2016.

CARVALHO, A. M. P. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 18(3), 765–794. 2018.

CARVALHO, ANNA MARIA PESSOA DE. Ensino de Ciências por Investigação. Cengage Learning. São Paulo. 2013.

CRUZ, M.S. Uma proposta de sequência de ensino investigativa, em uma perspectiva multimodal, para o ensino dos órgãos dos sentidos. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. 2019.

DA SILVA, A. G.; NASCIMENTO, T. B.; REBEQUE, P. V. Sequência de Ensino Investigativa sobre a Densidade dos Corpos: Desenvolvimento em uma Turma de Quinto Ano do Ensino Fundamental. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. e33948-28, 2022.

DOS SANTOS, ALINE COÊLHO et al. Ensino de ciências baseado em investigação: Uma proposta didática inovadora para o uso de laboratórios on-line em avea. Revista Univap, v. 24, n. 44, p. 54-68, 2018.

DUSCHL, R. Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic and social goals. Review of Research in Education, v. 32, p. 268-291, 2008.

GERPE, ROSANA LIMA. Modelos didáticos para o ensino de Biologia e Saúde: produzindo e dando acesso ao saber científico. *Revista Educação Pública*, v. 20, nº 15, 28 de abril de 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/15/modelos-didaticos-para-o-ensino-de-biologia-e-saude-produzindo-e-dando-acesso-ao-sabercientifico>

GUGLIANO, BRUNA FERREIRA; SAINZ, RICARDO LEMOS. Adaptando materiais didáticos do ensino presencial para o ensino remoto. Revista Educar Mais, v. 5, n. 3, p. 546-556, 2021.

PARREIRA JÚNIOR, WALTENO MARTINS. O APRENDIZADO ATRAVÉS DE JOGOS EDUCATIVOS. Encontro de pesquisadores em educação à distância. Uberlândia, 2016.

KLAUSEN, Luciana dos Santos. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UM DESAFIO. VI Seminário Internacional Sobre Profissionalização Docente. UNIVALI- Santa Catarina. 2015.

KNECHTEL, CARLA; BRANCALHÃO, ROSE. ESTRATÉGIAS LÚDICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS. Paraná, 2008.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. FUNDAMENTOS DE METODOLOGIA CIENTÍFICA. 5. ed. - São Paulo: Atlas. 2003.



LOCATELLI, R. J.; CARVALHO, A.M.P. UMA ANÁLISE DO RACIOCÍNIO UTILIZADO PELOS ALUNOS AO RESOLVEREM OS PROBLEMAS PROPOSTOS NAS ATIVIDADES DE CONHECIMENTO FÍSICO. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7(3), 1–18. 2007.

LUCY. Direção: Luc Besson. Produção de Virginie Silla e Marc Shmuger. França: EuropaCorp, 2014.DVD.

MAIA, Ana Cláudia Bortolozzi. QUESTIONÁRIO E ENTREVISTA NA PESQUISA QUALITATIVA: ELABORAÇÃO, APLICAÇÃO E ANÁLISE DE CONTEÚDO–MANUAL DIDÁTICO. São Carlos-SP: Pedro e João, 2020.

MARQUES, TALITA MARTINS FARIA et al., POSSIBILIDADES E DESAFIOS DO ENSINO REMOTO EM CIÊNCIAS DA NATUREZA EM UM COLÉGIO DE APLICAÇÃO. *Revista de Ensino da Escola de Educação Básica da Universidade Federal de Uberlândia. Olhares e Trilhas*, vol.23, n. 2, abril-jun./2021.

MATOS, S.A.;ET AL. UMA PROPOSTA DE MATERIAL PARA AULAS INVESTIGATIVAS SOBRE O SISTEMA NERVOSO. Encontro nacional de ensino de biologia. *Ensino de Ciências e Biologia: Avaliação, Currículo e Políticas Públicas*. 2021.

MONTEIRO, R.L. de S.; SANTOS, D.S. A UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA GOOGLE FORMS COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DO ENSINO NA ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA. *Revista Carioca de Ciência, Tecnologia e Educação*, v. 4, n. 2, 2019.

NASCIMENTO, PAULO MEYER et al., ACESSO DOMICILIAR À INTERNET E ENSINO REMOTO DURANTE A PANDEMIA. 2020.

OLIVEIRA, Mônica Rodrigues et al. O USO DE QUESTIONÁRIOS NO ENSINO DE BIOLOGIA COMO INSTRUMENTAL AVALIATIVO DA APRENDIZAGEM: REFLEXÕES INICIAIS. VI CONEDU. 2019.

OLIVEIRA, SARA SILVA AMBROZIO DE. PROTAGONISMO DISCENTE: UMA PRÁTICA DESAFIADORA E INOVADORA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DE UM COLÉGIO NO RECÔNCAVO BAIANO. XXV EPEN. 2020.

PIAGET, J. A FORMAÇÃO DO SÍMBOLO NA CRIANÇA: IMITAÇÃO, JOGO E SONHO, IMAGEM E REPRESENTAÇÃO (Cabral, A.; Oiticica, C.M., Trad.). 2a Ed. Rio de Janeiro: Zahar; Brasília. 1975

POSNER, G.J., STRIKE, K.A.; HEWSON, P.W.; GERTZOG, W.A. (1982); Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2), 211-227.

RAMOS, LEILA VALVERDE; TEIXEIRA, LUIZ HENRIQUE SOUZA; BELÉM, Maria Oliveira Penha. Uso de metodologias ativas no ensino da Anatomia Humana: um relato de experiência na educação profissional da Bahia. *Estudos IAT*, v. 5, n. 3, p. 327-339, 2020.

RODRIGUES, Natália Costa et al. RECURSOS DIDÁTICOS DIGITAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, p. e22710413978-e22710413978, 2021.

RODRIGUEZ, V. THE HUMAN NERVOUS SYSTEM: A FRAMEWORK FOR TEACHING AND THE TEACHING BRAIN. *Mind, Brain, and Education*, v. 7, n. 1, p. 2–12, 2003.



RONDINI, CARINA ALEXANDRA; PEDRO, KETILIN MAYRA; DOS SANTOS DUARTE, CLÁUDIA. PANDEMIA DO COVID-19 E O ENSINO REMOTO EMERGENCIAL: MUDANÇAS NA PRÁXIS DOCENTE. *Interfaces Científicas-Educação*, v. 10, n. 1, p. 41-57, 2020.

SANTOS, MARIANA DE AGUILAR; ROSSI, CLÁUDIA MARIA SOARES. Conhecimentos prévios dos discentes: contribuições para o processo de ensino-aprendizagem baseado em projetos. *Revista Educação Pública*, v. 20, nº 39, 13 de outubro de 2020.

SCARPA, DANIELA LOPES; CAMPOS, NATÁLIA FERREIRA. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. *Estudos avançados*, v. 32, p. 25-41, 2018.

SOLSONA, N.; IZQUIERDO, M.; DE JONG, O. Exploring the development of students' conceptual profiles of chemical change, *International Journal of Science Education*, 25(1) 3-12, 2003.

VIEIRA, Leticia; RICCI, Maíke CC. A educação em tempos de pandemia: soluções emergenciais pelo mundo. *Observatório do Ensino Médico em Santa Catarina*, 2020.



APÊNDICE A

1 Questionário de situações norteadoras e de questões problematizadoras

1. Questões norteadoras

01. Qual a célula do nosso corpo que recebe o apelido de célula nervosa?
02. Porque será que ela é chamada de “nervosa”?
03. Em alguns filmes ou desenhos uma ideia é representada com uma lâmpada acendendo sobre a cabeça, será que nós geramos energia no cérebro?
04. Andando pela rua identificamos cheiros agradáveis como de uma comida bem feita ou de um perfume agradável como conseguimos identificar esses cheiros? Como percebemos isso a distância?
05. Já ficou nervoso ou ansioso por algo? o que nos leva a ter essas sensações? Tem algo a ver com os nervos?

2. Questões problematizadoras

06. Às vezes “puxamos” o braço ou a mão quando sem perceber encostamos em lugares quentes ou pontiagudos como isso pode acontecer sem que estejamos preparados para isso?
07. Em alguns combates de MMA visualizamos o desmaio de alguns lutadores em um determinado momento da luta. O que pode ter acontecido?
08. Já bateu o cotovelo e sentiu aquele choque? será que temos alguma corrente elétrica funcionando no nosso corpo?



APÊNDICE B

1 Questões disponibilizadas no momento assíncrono visando o acompanhamento dos estudos dos participantes

1º questionário de acompanhamento

(material enviado por link - <https://forms.gle/jEvi2iAyfWQgy5mVA>)

- ✓ Você consegue explicar o que é estímulo e dar exemplos?
- ✓ Explique com suas palavras o que é ato reflexo e arco reflexo?
- ✓ O que pode levar pessoas a desmaiar quando levam uma pancada na cabeça? Leia o material e assista o vídeo. Escreva com suas palavras o que entendeu.

2º questionário de acompanhamento

(material enviado por link - <https://forms.gle/wp9ABEUNvp3WiUdZ>)

- ✓ Após ler o material e assistir o vídeo, o que você entendeu sobre o que é impulso nervoso? Fale com suas palavras.

O que é estímulo nervoso? O que ele pode fazer? Consegue dizer alguns exemplos do que são esses estímulos? Explique com suas palavras.

APÊNDICE C

1 Questionário Diagnóstico

Material presente no seguinte link:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdZWJ8UT_K6fxim2iFBTO42FxHMFw7yCogijvGJ34O8f9xpBw/viewform?usp=sf_link

01. A célula típica do tecido nervoso é?

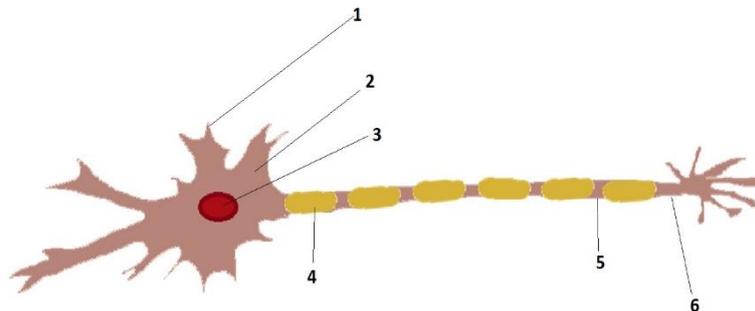
- a) Neurônio
- b) Miócito
- c) Hemácia
- d) néfron

02. Que nome recebe a transmissão do impulso elétrico pela fibra nervosa?

03. Como se chama o espaço encontrado entre os neurônios?

04. Verifique a célula abaixo e identifique suas estruturas conforme as indicações:

Analise as estruturas indicadas na figura



- a) 1- Dendrito; 2- Axônio; 3- Corpo celular; 4- Bainha de mielina; 5- Núcleo; 6- Nódulo de Ranvier.
- b) 1- Axônio; 2- Corpo celular; 3- Núcleo; 4-Nódulo de Ranvier; 5- Bainha de mielina; 6- Dendritos.
- c) 1- Corpo celular; 2- Dendrito; 3- Núcleo; 4- Bainha de mielina; 5-Nódulo de Ranvier; 6- Axônio.
- d) 1- Dendrito; 2- Corpo celular; 3- Núcleo; 4- Bainha de melina; 5- Nódulo de Ranvier; 6- Axônio.
- e) 1- Corpo celular; 2- Axônio; 3- Núcleo; 4- Dendrito; 5- Bainha de mielina; 6- Nódulo de Ranvier.

05. Qual a função da bainha de mielina?

06. As células nervosas especializadas na propagação do impulso elétrico recebem um estímulo que garante a comunicação entre elas. Para que o impulso inicie é necessário que a membrana desta célula seja estimulada e esteja em potencial de repouso. Esse potencial é mantido quando a membrana da célula nervosa:

- a) está bombeando Na^+ para o meio externo e transferindo íons K^+ para o meio interno.

- b) está bombeando K^+ para o meio externo e transferindo íons Na^+ para o meio interno.
- c) está bombeando K^+ e Na^+ para o meio externo.
- d) está bombeando K^+ e Na^+ para o meio interno.
- e) não está bombeando íons.

07. Qual o mais importante órgão do sistema nervoso?

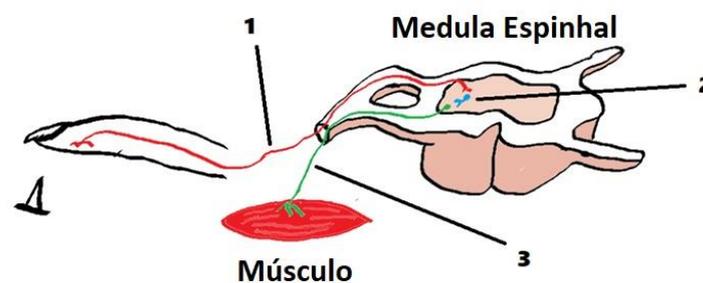
08. O encéfalo apresenta diversas funções extremamente importantes para o corpo. Cada parte dessa estrutura está relacionada com uma atividade diferente. O cerebelo, por exemplo, está relacionado a quais funções?

- a) a regulação da temperatura do corpo.
- b) as funções endócrinas.
- c) o comportamento sexual.
- d) a coordenação e o equilíbrio.
- e) a deglutição.

09. Qual a importância da medula espinhal?

10. A figura abaixo mostra os componentes envolvidos em respostas rápidas e simples a determinados estímulos, tirar o braço ao encostar em um metal aquecido.

Observe as estruturas envolvidas na resposta medular



Sobre as respostas reflexas da medula, identifique as estruturas apresentadas acima:

- a) A estrutura representada pelo número 1 é um neurônio associativo.
- b) O neurônio associativo, indicado pelo número 2, é responsável por levar a mensagem até o encéfalo.
- c) A estrutura indicada pelo número 3 é um neurônio motor, responsável por levar a resposta ao órgão efector.
- d) A estrutura representada por 1 é responsável por captar o estímulo e levá-lo até o encéfalo.