



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



CLEODON RONALDO REGO FERNANDES

**COMO PERCEBO O MUNDO AO MEU REDOR? UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO
DOS SENTIDOS E DA PERCEPÇÃO QUE DESENVOLVE HABILIDADES DO
LETRAMENTO CIENTÍFICO**

João Pessoa
2022

CLEODON RONALDO REGO FERNANDES

**COMO PERCEBO O MUNDO AO MEU REDOR? UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO
DOS SENTIDOS E DA PERCEPÇÃO QUE DESENVOLVE HABILIDADES DO
LETRAMENTO CIENTÍFICO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia em Rede Nacional
(PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da
Natureza, da Universidade Federal da Paraíba.

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Linhas de Pesquisa: Comunicação, ensino e
aprendizagem em biologia.

Macroprojeto: Ensinando órgãos e sistemas em
vertebrados.

**Orientadora: Prof.^a Dr.^a Fabíola da Silva
Albuquerque**

João Pessoa
2022

F363c Fernandes, Cleodon Ronaldo Rego.

Como percebo o mundo ao meu redor? uma estratégia de ensino dos sentidos e da percepção que desenvolve habilidades do letramento científico / Cleodon Ronaldo Rego Fernandes. - João Pessoa, 2022.

143 f. : il.

Orientação: Fabíola da Silva Albuquerque.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Biologia - Sequência de Ensino Investigativa. 2. Letramento científico. 3. Sistema sensorial. 4. Fisiologia. I. Albuquerque, Fabíola da Silva. II. Título.

UFPB/BC

CDU 57:37.015(043)

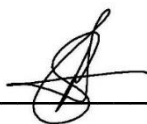
CLEODON RONALDO REGO FERNANDES

**COMO PERCEBO O MUNDO AO MEU REDOR? UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO
DOS SENTIDOS E DA PERCEPÇÃO QUE DESENVOLVE HABILIDADES DO
LETRAMENTO CIENTÍFICO**

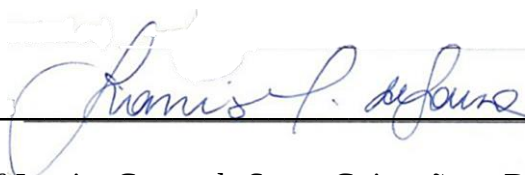
Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentando ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Data: 27/05/2022

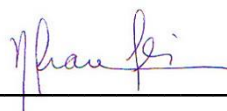
BANCA EXAMINADORA



Prof.ª Dr.ª Fabíola da Silva Albuquerque – DSE/CCEN/UFPB
Orientadora



Prof.ª Dr.ª Ivanise Cortez de Souza Guimarães – DFS/CB/UFRN
Avaliadora Externa



Prof.ª Dra. Naila Francis Paulo de Oliveira – DBM/UFPB
Avaliadora interna

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Mestrando: Cleodon Ronaldo Rego Fernandes
Título do TCM: COMO PERCEBO O MUNDO AO MEU REDOR? UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO DOS SENTIDOS E DA PERCEPÇÃO QUE DESENVOLVE HABILIDADES DO LETRAMENTO CIENTÍFICO
Data da defesa: 27/MAIO/2022
Durante a graduação, cursar as disciplinas da área de educação me trouxe alguma qualificação para exercer a docência. No entanto, sempre percebi que essa formação a mim ofertada foi insuficiente para que conseguisse atuar de forma plena e eficaz junto aos alunos nos ambientes de ensino. Como consequência, várias vezes estive desprovido de estratégias adequadas para solucionar não só as dificuldades dos alunos em aprender, mas também as minhas para ensinar. Nunca desacreditei da veracidade científica ou da potencialidade das teorias presentes na literatura especializada em educação, ensino e aprendizagem. O fato é que, no meu pensamento, a realidade escolar estava tão impregnada de desmotivação, falta de recursos e outros tantos problemas, que seria muito difícil aplicar as concepções dos especialistas para o meu planejamento. Somado a isso, o caráter subjetivo e humano da educação, com sua abertura para a divergência e discussão de concepções, implicavam em dificuldade no momento de elaborar um plano de aula, já que compreendia a biologia como uma área relativamente mais exata. Poder cursar o Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) foi uma excelente oportunidade para corrigir alguns desses pensamentos equivocados. Dessa evolução na forma de vislumbrar o território do ensino e da aprendizagem, que agora aparece para mim mais vasto e fértil, surgem novas possibilidades de ação docente, de pôr em prática aquilo que foi idealizado. A elaboração e aplicação das atividades investigativas, bem como a redação do TCM, me inseriram na perspectiva dialógica, do conflito de ideias que emerge quando se caminha entre a concepção e ação, a dúvida e a resposta, o acerto e o erro. Tanto a minha orientadora, quanto os meus professores das disciplinas, me envolveram em situações de aprendizagem semelhantes àquelas que eu estudei nos artigos e livros, assim foram fiéis aos pressupostos por eles defendido e oportunizaram a minha imersão nas práticas de ensino que, pelo ou menos para mim, são novas. Por isso, posso afirmar que não só vi, mas vivenciei situações que me marcaram.

AGRADECIMENTOS

À minha amada Keyvilane, por ser uma esposa dedicada e maior estimuladora do meu ingresso e permanência nesse Curso de Mestrado, sempre me aconselhando nos momentos em que a dificuldade me abala. Por ser uma professora comprometida e defensora da educação, com ela tenho muito a aprender sobre as habilidades de ensinar.

À minha mãe Iza, também professora, pelo amor com que me trouxe ao mundo e cuidou de mim, sempre demonstrando a importância de estudar e fazendo todos os esforços possíveis para que eu tivesse acesso a uma educação de qualidade.

Ao meu irmão Cleanto, pelos 35 anos compartilhando momentos, desde a vida intrauterina, passando pelas brincadeiras da infância, os estudos na escola e na universidade, até as recentes discussões sobre o Ensino de Biologia.

À minha orientadora Fabíola Albuquerque, pelo carinho e dedicação com que me guiou desde a concepção do projeto até a sua conclusão. Por ser uma professora inteligente, versátil e gentil, com ela, não aprendo somente por meio da linguagem verbal durante os encontros para orientação, pois também aprendo de forma tácita, ao observar sua postura e estratégias de ação para cada desafio.

Aos docentes do PROFBIO, em especial aos professores Thiago e Naila, que me presentearam com valiosas sugestões, sem as quais esse trabalho não seria o mesmo.

À equipe de professores e demais funcionários da Escola Estadual Crisan Siminéa, instituição de ensino que sempre me acolheu e me apoiou neste trabalho.

Aos alunos que voluntariamente participaram da pesquisa, pelo empenho e desejo de aprender mesmo diante de tantas adversidades.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pelo apoio com o financiamento (Código 001).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem da lua iluminando o mar	43
Figura 2 - Imagem representando o processo figura-fundo.....	43
Figura 3 - Imagem de ilusão de ótica	43
Figura 4 - Modelo de uma via sensorial genérica	44
Figura 5 - Representação de corte coronal do cérebro	45
Figura 6 - Imagem simplificada representando um corte coronal do cérebro.....	46
Figura 7 - Representação de uma região do cérebro na qual é observado o córtex somatossensorial primário	46
Figura 8 - Ilustração da distribuição dos receptores em duas regiões distintas da pele	47
Figura 9 - À esquerda, elementos usados pelos alunos para construir o modelo de via sensorial apresentado à direita.....	56
Figura 10 - Registro dos dados coletados por um estudante para o experimento 1	57
Figura 11 - Registro dos dados coletados por um estudante para o experimento 2	57
Figura 12 - Registro dos dados coletados por um estudante para o experimento 2	58
Figura 13 - Modelo do córtex sensorial produzido por aluno	60
Figura 14 - Modelo de distribuição de receptores em duas regiões da pele.....	61
Figura 15 - Registros obtidos durante o experimento sobre percepção térmica. As marcações na escala indicam a percepção que os alunos tiveram da temperatura da água.....	62
Figura 16 - Registro feito por um aluno durante a realização do experimento. Para cada posição relativa ao corpo do voluntário em que o som teve origem, foram anotadas as suas percepções nas três condições: as duas orelhas tapadas, apenas a orelha esquerda tapada.....	67
Figura 17 - Registro feito por um aluno durante a realização do experimento. Para cada posição relativa ao corpo do voluntário em que o som teve origem, foram anotadas as suas percepções nas três condições: as duas orelhas tapadas, apenas a orelha esquerda tapada e ...	68
Figura 18 - Marcações feitas pelos estudantes durante a experimentação	83
Figura 19 - Registro dos ângulos em que cada atributo foi percebido	84
Figura 20 - Modelos de distribuição de receptores na retina	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Conhecimentos e competências da prova do PISA utilizados como indicadores de letramento científico na análise	39
Quadro 2 - Categorias das respostas dos estudantes para a questão “O que você acha que causa essa diferença de percepção entre as várias partes do corpo? (reflita a partir do modelo das vias sensoriais construído em nosso último encontro síncrono)	59
Quadro 3 - Conhecimentos e competências apresentados na matriz do PISA como indicadores do letramento científico e que foram desenvolvidos nesta atividade investigativa. Para cada indicador são apresentadas as tarefas específicas correlacionadas.	61
Quadro 4 - Conhecimentos e competências apresentados na matriz do PISA como indicadores do letramento científico e que foram desenvolvidos nesta atividade investigativa. Para cada indicador são apresentadas as tarefas específicas correlacionadas.....	66
Quadro 5 - As categorias contêm as afirmações dos estudantes que serviram como justificativa para as conclusões apresentadas em resposta ao problema “Para que servem duas orelhas”	71
Quadro 6 - Conhecimentos e competências apresentados na matriz do PISA como indicadores do letramento científico e que foram desenvolvidos nesta atividade investigativa. Para cada indicador são apresentadas as tarefas específicas correlacionadas.	72
Quadro 7 - Conhecimentos e competências apresentados na matriz do PISA como indicadores do letramento científico e que foram desenvolvidos nesta atividade investigativa. Para cada indicador são apresentadas as tarefas específicas correlacionadas.	79
Quadro 8 - Conhecimentos e competências apresentados na matriz do PISA como indicadores do letramento científico e que foram desenvolvidos nesta atividade investigativa. Para cada indicador são apresentadas as tarefas específicas correlacionadas.	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Registro dos dados do experimento 2.....	44
Tabela 2 - Seções do artigo apontadas pelos estudantes em resposta à tarefa “Selecione e altere para a cor vermelha as palavras, frases ou partes do texto que você entende como sendo provas de que o texto é científico”	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

CTSA - CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE

GIF - GRAPHICS INTERCHANGE FORMAT

PISA – PROGRAMA INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES

OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO

SEI – SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

RESUMO

O conhecimento científico tem sido, cada vez mais, produzido e usado pela humanidade para explicar fenômenos, resolver problemas e criar tecnologias. Apesar desse crescente impacto da ciência na sociedade, o ensino de Biologia tem se caracterizado principalmente pela transmissão de conteúdos que não englobam o entendimento da natureza da ciência. Diversos estudos indicam que uma aprendizagem significativa, capaz de formar alunos críticos e atuantes, é potencializada pelo engajamento destes em atividades investigativas que permitam uma aproximação com as ideias e ferramentas típicas do fazer científico, tornando-os cientificamente letrados. Nessa perspectiva, este trabalho objetivou desenvolver Sequências de Ensino Investigativas (SEI) crescentes em grau de complexidade e de liberdade intelectual sobre os temas sentidos e percepção, alinhadas à promoção do letramento científico em estudantes do Ensino Médio. A organização dessas sequências em formato de um guia constituiu nosso objetivo como produto pedagógico, de modo a permitir a outros professores o desenvolvimento dessas sequências de ensino. O trabalho foi realizado com 21 alunos de duas turmas do Ensino Médio (2ª e 3ª séries) de uma escola pública da cidade de Natal-RN através de seis interações remotas e uma presencial. O fato de a maioria das aulas terem acontecido de forma não presencial é justificada pela decisão das autoridades em face da pandemia da Covid-19. Esse acontecimento dificultou, e até mesmo inviabilizou, a participação de vários estudantes que alegaram não possuir equipamentos e acesso à internet. Os dados coletados correspondem ao conjunto de toda a produção dos alunos e suas interações em momentos síncronos. A abordagem quali-quantitativa e a pesquisa participante foram adotadas para a análise dos fenômenos observados. Uma análise dos aspectos quantitativos e subjetivos da produção dos estudantes resultou em categorias temáticas, as quais foram relacionadas com os conhecimentos e competências estabelecidos na matriz do PISA de 2015. As atividades alcançaram a característica investigativa, tendo os alunos participado da problematização e da busca pelas respostas. Com relação à promoção da aquisição dos procedimentos e métodos característicos da ciência, apesar de terem sido identificadas dificuldades entre os discentes, o progresso observado nos resultados atesta o possível êxito da presente proposta de ensino. A aprendizagem dos conteúdos de sistemas sensoriais, sensação e percepção envolveu um avanço no entendimento de que o cérebro tem um papel fundamental nesses processos fisiológicos. A construção de modelos nas SEI mostrou-se uma excelente estratégia para facilitar a organização e a expressão das ideias dos estudantes. Observamos que eles conseguiram mobilizar o conhecimento aprendido em aulas anteriores para solucionar novas situações. Esses dados nos sugerem que alguma (re)significação dos conhecimentos essenciais ao desenvolvimento do letramento científico pode ter ocorrido, indo na direção da afirmação dos especialistas em educação acerca da necessidade de uma formação a longo prazo na intenção de promover uma verdadeira mudança conceitual e atitudinal.

Palavras-chave: Sequência de Ensino Investigativa, Letramento Científico, Sistema Sensorial, Fisiologia.

ABSTRACT

Scientific knowledge has been more and more produced and used by humankind to explain phenomena, solve problems and to technology development. Despite the growing impact of science on society, biology teaching has been characterized mainly by the transmission of information without the understanding of nature of science. Several studies show that a meaningful learning, able to develop critical and active students, is potentialized by their engagement in investigative activities that provide and approximation with typical scientific ideas and tools, making them scientific literate. From this perspective, this work aimed to develop Sequences of Investigative Teaching (SIT) with a growing degree of complexity and intellectual freedom about the subjects of sense and perception, together the promotion of scientific literacy in high school students. The main objective was to organize theses sequences in the format of a handbook, allowing their applications by other teachers. This work was performed in two high school classes (2nd and 3rd years) of a public school in the municipality of Natal - RN through six remote and one presential meetings. Data were collected about all student production and their interaction in the meetings. A quali-quantitative approach and participative research were adopted to analyze the observed phenomena. An analysis of the quantitative and subjective aspects of the student's production resulted in thematic categories, which were compared with the Program for International Student Assessment (PISA, 2015 edition) framework of knowledges and competences. The activities reached an investigative attribute since the students engaged in problematization and search for answers. Despite these results, it was found students' difficulty with the typical methods and procedures of science. This teaching proposal can have promoted the acquisition of these knowledges. The learning about sensory systems, sensation and perception resulted in an improvement in the understanding that the brain has a major role in these physiological processes. The model development through SIT was found an excellent strategy to improve the organization and expression of students' ideas. We also found that they were able to mobilize the knowledge acquired in previous classes to solve new problems. According to these findings, it has occurred some (re)signification of essential knowledge to the development of scientific literacy, what agrees with some education specialists' postulates about the necessity of a long-term training in order to promote a real conceptual and attitudinal change.

Keywords: Sequence of Investigative Teaching; Scientific Literacy; Sensory system; Physiology

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Fundamentação teórica	18
1.1.1	Metodologias Ativas e o Ensino de Ciências	18
1.1.2	Letramento científico e a natureza da ciência	24
1.1.3	O Ensino de Ciências por investigação	29
1.1.4	Os sentidos e a percepção.....	32
2	OBJETIVOS.....	34
2.1	Objetivo geral	34
2.2	Objetivos específicos	34
3	METODOLOGIA	35
3.1	Procedimentos para coleta de dados	37
3.2	Procedimentos para organização e análise dos dados.....	38
3.3	Descrição das atividades	42
4	RESULTADOS	54
5	DISCUSSÃO.....	86
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
	REFERÊNCIAS	99
	APÊNDICE A	102
	APÊNDICE B.....	105
	APÊNDICE C.....	108
	APÊNDICE D.....	110
	APÊNDICE E.....	112
	ANEXO A	142

1 INTRODUÇÃO

A humanidade, em sua jornada na busca pela compreensão de si e do mundo, vem elaborando diversas formas de compreensão e intervenção sobre a realidade. Uma das atividades humanas que objetiva a produção do conhecimento é a ciência, a qual distingue-se de outras práticas humanas por seu caráter autocrítico e capacidade de realizar estudos empíricos testáveis e refutáveis. Assim, por meio de ferramentas e procedimentos científicos, os humanos têm expandido sua compreensão da natureza e elaborado possibilidades de modos de vida, migrando da ignorância para uma explicação com base em observação crítica e sistemática dos acontecimentos. De forma metafórica, é possível dizer que a ciência é semelhante a uma vela na escuridão, que ilumina o mundo, nos permitindo melhor interpretá-lo e, assim, melhor interagir com ele (SAGAN, 2006).

Através do uso do conhecimento científico, é possível inovar em várias formas de atividade humana, seja na produção de dispositivos digitais, prevenção e tratamento de doenças, ou meios de transporte. Chamamos de tecnologia qualquer inovação baseada na ciência. Na sociedade atual, os conhecimentos científicos e os artefatos tecnológicos são considerados cada vez mais indispensáveis, pois a vida moderna encontra-se em uma crescente imersão na artificialidade, com a mídia e as máquinas ocupando todos os espaços do cotidiano.

Embora os avanços nessas áreas sejam inquestionáveis, um nível ótimo de desenvolvimento não é alcançado, pois novas demandas de ordem ética, econômica ou ambiental irão surgir, exigindo da população um posicionamento crítico, cientificamente respaldado, na busca de soluções para problemas individuais ou coletivos, antigos ou emergentes. Um desses desafios diz respeito aos efeitos negativos do uso inadequado desses produtos da ciência e tecnologia, os quais só poderão ser superados pelo entendimento do caráter não neutro da ciência e das relações que ela tem com a tecnologia, sociedade, cultura e ambiente. Essa constatação, de que a inovação científica e tecnológica não implica automaticamente em bem-estar social, torna a temática Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) de extrema importância no contexto atual (PINTO; VERMELHO, 2017).

Paralelo a esse contexto, apesar do avanço dos últimos anos, a educação no Brasil tem focado principalmente na transmissão de conceitos e procedimentos que são de pouca utilidade na vida cotidiana dos alunos, resultando em uma educação deficiente enquanto instituição de formadora de cidadãos aptos a influir de forma decisiva no meio em que vivem (GERMANO; KULESZA, 2007).

No que concerne ao ensino e aprendizagem das Ciências Naturais, vários aspectos influem

para a existência desse déficit educativo. Um deles é o fato de a educação científica dar preferência à transmissão do conhecimento de conteúdo ao invés de considerar a importância de os alunos aprenderem “sobre Ciências”, ou seja, sobre quais são as características da atividade científica. Assim, os estudantes podem não considerar a ciência como um fazer humano ao longo da história sob a influência de fatores sociais e econômicos, e pensar que se trata de algo neutro ou que surge pronto, sem ser passível de alterações com o passar do tempo. Observa-se também uma dificuldade em distinguir o conhecimento científico das pseudociências (astrologia, por exemplo), as quais muitas vezes são até mais valorizadas e aceitas para explicar o mundo (POZO; CRESPO, 2009).

Além disso, esse conteúdo é transmitido de forma mecânica, de forma que os alunos correspondem a meros receptores de ideias estáticas e limitadas de significado, tais como conceitos, fatos e fórmulas que são postos para memorização, sem que haja uma participação discente ativa, capaz de gerar conhecimento duradouro e aplicável a situações novas e diversas. Nessas aulas, o conhecimento prévio do indivíduo não é utilizado como elemento de partida em um processo interacional capaz de permitir a significação de novos conhecimentos por parte do aluno, bem como atribuir novos significados aqueles já existentes (CARVALHO, 2013).

Mesmo as aulas que ocorrem nos laboratórios, tomadas erroneamente como sinônimo de “investigativas”, consistem na maioria das vezes em verificar o conhecimento conceitual aprendido por meio de experimentos que incluem um roteiro já estabelecido e fornecido pelo professor e que oferece pouca liberdade intelectual aos alunos, restando-lhes apenas cumprir cada uma das etapas, sem fazer uso dos conhecimentos e habilidades necessários ao fazer científico, em outras palavras, ocorre uma replicação ou reprodução automatizada do método científico (CARVALHO, 2018).

O ensino tradicional tem sido alvo de críticas por parte de muitos autores e estudiosos das áreas de pedagogia e didática que o apontam como metodologia ineficiente no desenvolvimento de uma educação de qualidade. Nesse momento, duas perguntas já exigem uma resposta mais detalhada: O que há de errado com esse ensino tradicional? E o que caracteriza um processo de ensino e aprendizagem como eficaz?

Uma dessas críticas diz respeito à intersecção existente entre esse método dito tradicional e as práticas pedagógicas focadas na aprendizagem mecânica, na qual a memorização e transmissão acrítica dos saberes são os caminhos adotados. Verdadeiramente, ensino mecânico e ensino tradicional não são sinônimos, pois, sem negar a existência de características do primeiro no segundo, muitos momentos genuínos de construção de conhecimento têm vez em uma aula tradicional. Nessas ocasiões, o ensino foi eficaz, pois favoreceu a aprendizagem significativa, ou

seja, a construção de significados pelos alunos.

É nesse sentido que Moreira situa o ensino desenvolvido nas escolas em pontos intermediários ao longo de um contínuo entre os extremos da aprendizagem mecânica e a significativa. Dessa forma, é possível avaliar em que medida uma abordagem didática é potencialmente significativa. Um professor que ouse fazer essa avaliação cumpre a primeira etapa para caminhar nesse contínuo, pois a busca do docente para novas abordagens não envolve uma ruptura, mas sim o ingresso nesse processo de aprimoramento.

Reconhecendo então que uma análise crítica do que está sendo praticado precede o planejamento e aplicação de novas estratégias, diversas instituições nacionais e internacionais examinam o nível de conhecimento dos alunos e a complexidade de fatores subjacentes aos problemas existentes nos ambientes de ensino.

Uma dessas avaliações é o PISA, que o Brasil vem participando desde sua primeira edição, em 2000, sendo que a avaliação é trienal e o domínio Ciências foi incluído apenas na terceira edição, em 2006. Assim, temos dados sobre Ciências para os anos de 2006, 2012, 2015 e 2018. No relatório da última edição, há uma análise do desempenho dos estudantes brasileiros ao longo de todas as edições (INEP, 2018). Considerando apenas o desempenho na área de Ciências para a edição de 2006, o Brasil obteve 390 pontos e ocupou a 49ª posição de um total de 52 países que participaram naquele ano. Apesar de um pequeno aumento no desempenho da edição de 2006 para a de 2009, o Brasil não tem avançado em seu desempenho no domínio de Ciências, obtendo na última edição uma média de 404 pontos e ocupando o intervalo 64-67 no ranking de todos os países participantes.

No mesmo relatório constam resultados dos questionários aplicados com os diretores das escolas, os alunos e suas famílias. Por essa ferramenta foram obtidas informações sobre o ambiente escolar, a caracterização dos estudantes, e a relação entre o desempenho em leitura e as condições econômicas, sociais e culturais.

Um aspecto relevante concerne ao número médio de alunos por turma, estando o Brasil com um valor bem acima da maioria dos países avaliados (36 alunos). Países da América do Sul como Uruguai, Peru e Chile apresentam, em média, turmas com menos estudantes. Também são destacados a carência de recursos educacionais e infraestrutura escolar. Nas áreas urbanas, os diretores de 50% dos estudantes avaliados consideram que a estrutura física escolar é indisponível ou insuficiente. Com relação à caracterização dos estudantes, um dado preocupante traz que apenas 43% deles nunca trabalharam.

Nesse contexto, este Projeto pretendeu desenvolver e avaliar estratégias para o Ensino de

Biologia que colaborem para a compreensão do conhecimento estabelecido e do fazer ciência contextualizado no seu tempo e capaz de desenvolver a postura crítica necessária para a formação dos cidadãos.

Diante da velocidade com que ciência e tecnologia moldam as formas de agir da sociedade e o planeta como um todo, cabe a geração atual agir com igual rapidez a fim de avaliar o impacto dessas mudanças e decidir sobre os caminhos futuros da humanidade. Questões desse tipo são muitas vezes tratadas de forma equivocada com atitudes paliativas que em pouco tempo não surtirão efeito, como é o caso do que tem sido feito sobre alterações climáticas, desigualdade social e tantos outros. O caráter complexo desses temas faz com que apenas a educação tenha poder de formar indivíduos capazes de oferecer soluções efetivas a médio e longo prazo.

Este trabalho, que intencionou contribuir para o avanço do que se entende como melhor para a formação de alunos cientificamente letrados, constituiu um pequeno elemento que sozinho tem um efeito de pouca abrangência, mas quando inserido na teia de outras pesquisas constitui uma estrutura forte o suficiente para elevar a qualidade do ensino a um patamar mais alto. Portanto, sua relevância se dá tanto no contexto local, ao possibilitar o letramento científico dos alunos participantes da pesquisa e a capacitação do professor para esta tarefa, bem como no contexto global, ao oferecer um produto didático que poderá ser aplicado por outros professores em outras escolas, agora e no futuro.

O nível de letramento científico dos estudantes brasileiros tem sido avaliado por meio de várias instituições nacionais e internacionais, as quais evidenciam o baixo conhecimento científico da maioria de nossos estudantes, sobretudo quando tratamos do conhecimento sobre a natureza da ciência. Em seu último relatório com resultados da avaliação feita no Brasil (INEP, 2018), o PISA aponta que 55,3% dos estudantes estão em um nível de letramento abaixo do que é necessário para conseguir identificar questões que podem ser investigadas cientificamente, ao passo que apenas 0,8% é capaz de usar ideias e conceitos científicos abstratos para explicar fenômenos incomuns e mais complexos. Por ser um estudo internacional, o PISA permite uma comparação entre vários países. Na área de Ciências, e comparando dentro da América do Sul, o resultado do Brasil foi superior ao da Colômbia, semelhante ao do Peru e México, e inferior ao do Chile e Uruguai.

Quando consideramos as pessoas em geral, e não apenas os estudantes do Ensino Básico, o mais importante estudo sobre o letramento científico da população brasileira foi realizado recentemente pelo Instituto Abramundo em parceria com outras organizações não-governamentais (ABRAMUNDO, 2014). Neste trabalho, 2.002 pessoas com idade entre 15 e 40 anos, pelo menos

4 anos de estudo e de todas as regiões do Brasil tiveram seu grau de letramento científico avaliado. Pelo perfil sociodemográfico dos participantes, o estudo foi representativo de uma parcela equivalente a 23 milhões dos brasileiros. O método consistiu na aplicação de questões distribuídas em quatro níveis de crescente letramento científico, a saber: letramento não científico, letramento científico não rudimentar, letramento científico básico e letramento científico proficiente. Como resultado, foi observado que quase metade dos participantes (48%) eram capazes de localizar informações em diversos tipos de texto e reconhecer termos científicos simples, sem, entretanto, terem os conhecimentos e habilidades que são necessários para interpretar e resolver problemas científicos. Neste estudo, 5% das pessoas demonstraram compreender o método científico e aplicaram a ciência para interpretar a realidade a sua volta.

Com relação ao conteúdo de Biologia escolhido, os sistemas sensoriais e a percepção são temas bastante adequados para a aprendizagem dos conhecimentos necessários ao letramento científico, pois permitem aos alunos tornarem-se tanto os investigadores quanto os voluntários das pesquisas a serem desenvolvidas, podendo observar semelhanças e diferenças entre os vários indivíduos para um mesmo fenômeno fisiológico, o qual, muitas vezes, não poderia ser mensurado pelo simples uso de um instrumento, já que sensação e percepção constituem o resultado da ação do sistema nervoso em resposta ao estímulo sensorial. Dessa forma, a causa ou explicação para determinados processos não seria acessada diretamente, devendo o investigador coletar evidências de sua ocorrência e analisá-las. Ainda mais, as diferentes modalidades sensoriais compartilham tipos celulares, arranjos teciduais e modos de funcionamento que permitiriam ao professor organizar uma unidade didática, no sentido de que aquilo que se investigava e discutia sobre uma modalidade sensorial deveria ser retomada na compreensão de outra modalidade

Diante desse cenário, uma pergunta constituiu o problema desta pesquisa: atividades investigativas organizadas em graus crescentes de complexidade e de liberdade intelectual dos alunos seriam eficazes para promover o letramento científico em estudantes do Ensino Médio?

1.1 Fundamentação teórica

1.1.1 Metodologias Ativas e o Ensino de Ciências

Compreender o processo de ensino e aprendizagem e, dessa forma, poder oferecer teorias que fundamentem estratégias pedagógicas eficientes, tem sido o objetivo de vários estudiosos da educação. Na primeira metade do século XX, surgiam teorias sobre como se dava a aquisição do conhecimento por parte do indivíduo e como estes saberes eram arranjados em sua estrutura

cognitiva. Tais ideias defendiam que a aprendizagem não ocorria de forma passiva e receptiva, mas sim por meio da interação entre os sujeitos e entre estes e os objetos. Dessa forma, o conhecimento não chega pronto para o aluno, devendo ser construído por cada um através de processos mais dinâmicos do que se supunha anteriormente. O conjunto dessas teorias constitui a proposta construtivista, a qual defende o aluno como centro do processo educativo, ao invés do conteúdo, tomando parte em todas as etapas da sua própria aprendizagem (MOREIRA, 2017).

Também é imprescindível uma análise das mudanças sociais que têm acontecido nas últimas décadas, destacando a revolução tecnológica que multiplicou as possibilidades de comunicação e obtenção de informação, ajudando a formatar a “[...]sociedade da informação, do conhecimento múltiplo e do aprendizado contínuo” (POZO, 2009. p. 24). Assim, a escola deixa de ser o espaço ou meio único de aquisição de informações, devendo coexistir com outros espaços igualmente relevantes e muitas vezes mais atraentes do que uma sala de aula. Na mesma velocidade em que esse conhecimento é produzido e disseminado, também é reelaborado para atender às novas demandas, assim os sistemas de ensino devem acompanhar essa evolução para que estejam aptos a trabalhar os conteúdos em contexto com os desafios cotidianos.

Outro aspecto a ser considerado nesse contexto de mudanças diz respeito a função do ensino escolar de Biologia e Ciências. No período histórico da Guerra Fria, boa parte dos objetivos dessas disciplinas, estava direcionada para a formação de cientistas e funcionários técnicos proficientes, almejando assim o progresso científico e tecnológico da nação. Disso resultava uma educação seletiva, na qual uma etapa do ensino tinha o objetivo de viabilizar a aprovação para a etapa seguinte e assim por diante, visto que cada etapa não apresentava uma justificativa ou finalidade em si mesma (KRASILCHIK, 2004; POZO; CRESPO, 2009).

Apesar de esse maior direcionamento para a seleção ainda persistir com grande força, uma mudança de paradigma surgiu atrelada a movimentos sociais que reivindicavam acesso universal à educação, diretos iguais para mulheres e negros, preservação do meio ambiente, entre outros. Passou-se a perceber, cada dia de forma mais clara, que a grande nobreza e principal função do ensino científico era propiciar a todos os indivíduos uma formação cidadã, isto é, torná-los aptos a usarem o conhecimento científico na tomada de decisões fundamentadas. Nesse entendimento, os fins formativos são mais considerados do que os de seleção (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007).

Tomando como referência as teorias construtivistas, as demandas da sociedade da informação e a importância da educação científica na formação de pessoas críticas, propor novos modos de ensinar e aprender requer uma mudança em alguns elementos da organização dos

currículos, do planejamento das aulas, bem como da postura de professores e alunos (CARVALHO, 2013; POZO; CRESPO, 2009). Tal necessidade de mudança pode ser alcançada empregando-se as metodologias ativas, que constituem um leque de opções ao ensino tradicional e que atendem aos três aspectos discutidos (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Da parte do professor, é necessário haver a migração de uma postura estática para uma mais dinâmica. Se vivemos na sociedade da informação e há outras fontes de saberes que não a escola, o docente deve ter essas opções não como adversárias ou concorrentes, mas sim conectá-las ao que é feito dentro da escola, rompendo as barreiras entre ambientes formais e informais de ensino, entre o conhecimento escolar e aquele que surge nas interações cotidianas. Sem dúvida, a escola deve fornecer alguma, mas não toda a informação de que o aluno necessita, pois na verdade deve auxiliá-lo a buscar fatos e dados em fontes seguras, a organizar e interpretar os resultados dessas pesquisas. Nessa interação entre os estudantes e os recursos informativos, o professor exerce o papel de mediador, criando condições para que ocorra a pesquisa, a compreensão e a reflexão (BACICH; MORAN, 2018).

Nesse sentido, exercer a docência deixa de ser uma atividade mecanizada para adquirir uma dimensão mais humana, marcada pela valorização das particularidades dos estudantes, cada um com sua história, urgências e capacidades próprias, para que atividades mais contextualizadas e que explorem as diferentes modalidades sensoriais possam ser planejadas, sempre considerando as metas formativas dos alunos. Já no momento de desenvolvê-las, deve observar atentamente seu público, buscando avaliar os resultados da sua prática, estando aberto a novas possibilidades, em suma, agir como um professor pesquisador e inovador (FAGUNDES, 2016).

O aluno, por sua vez, deve assumir essa condição humana enaltecida pelo professor, por meio da expressão de seus pensamentos, satisfações e incertezas. Agora, não mais deve atuar como replicador de informações desprovidas de significado, mas poderá refletir sobre como o conhecimento do ensino regular se entrelaça com aqueles adquiridos em outras instâncias sociais e como o resultado dessa análise pode explicar ou resolver situações diversas. Será um aprendiz que ajuda a fabricar e ocupar o cenário da sala de aula, a construir e usufruir dos enredos do seu conhecimento, torando-se um verdadeiro protagonista (DIESE; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Nas interações que ocorrem em sala de aula, um elemento determinante na construção do conhecimento é o conjunto de saberes que o aluno já dispõe, podendo estes terem sido descobertos ou aprendidos anteriormente, tanto na própria escola, quanto por meio do convívio cotidiano. Entre os estudiosos que se dedicaram a compreender o papel desses conhecimentos prévios, é digno de destaque David Ausubel, autor da teoria da aprendizagem significativa.

De acordo com essa teoria, para que uma aprendizagem seja verdadeiramente significativa, os conhecimentos prévios, também chamados de subsunçores, que já estão presentes na estrutura cognitiva do indivíduo, devem se relacionar com os novos conhecimentos. No entanto, nem todo conhecimento prévio será capaz de ancorar um novo conhecimento de forma eficaz. Essa interação depende da existência de um conhecimento prévio especificamente relevante, pois somente assim esse processo resultará na atribuição de significados aos novos conhecimentos, ao passo que aqueles que serviram de âncora tornam-se mais estáveis e adquirem outros significados (MOREIRA, 2011).

À medida que essa significação ocorre, o subsunçor vai se tornando mais diferenciando, seu sentido vai ficando mais claro para o sujeito, em um processo chamado diferenciação progressiva. Entretanto, se a aprendizagem significativa fosse regida por apenas esse processo, os diferentes conhecimentos ficariam cada vez mais distantes um dos outros, sem que houvesse relação entre os conteúdos aprendidos. Assim, quando o novo conhecimento é mais inclusivo do que o já existente, uma nova hierarquia se estabelece na cognição do indivíduo, dessa vez com o conhecimento mais geral no topo dessa hierarquia, fazendo com que características em comum entre os dois saberes sejam compreendidas. Nesse caso, a aprendizagem envolveu o processo de reconciliação integradora, o qual ocorre concomitantemente ao de diferenciação progressiva (MOREIRA, 2011).

Portanto, promover a aprendizagem significativa demanda do professor tanto a seleção de materiais didáticos com potencial quanto a forma com a qual serão trabalhados. Vale ressaltar que, embora o ensino deva ser eficiente na sua meta de favorecer a aprendizagem dos conteúdos, a teoria da aprendizagem significativa diz respeito ao estabelecimento de um significado para aquele conceito por parte do estudante, ou, em outras palavras, tem a ver com dar um sentido para aquela imagem, modelo ou proposição, para que estes sejam verdadeiramente internalizados e recrutados no momento de explicar uma situação nova. Como consequência, fica evidente que nem toda aprendizagem significativa corresponderá a uma compreensão coincidente com aquela aceita no meio científico, pois um aluno pode relacionar a nova informação com outra já presente em sua estrutura cognitiva e atribuir um significado diferente do que o professor tem como referência (ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

A teoria ausubeliana enfatiza outro requisito para que se dê a construção de novos significados, atitude ou disposição favoráveis ao aprendizado. Nesse momento, cabe uma discussão sobre o que é considerado por muitos professores uma das principais causas do fracasso escolar: a falta de motivação.

Concretamente, fomentar essa autonomia de pensamento e de ação nos alunos requer, do professor, adequar-se a essas metodologias ativas, convertendo sua prática em um processo de mediação pedagógica. Berbel (2011) sugere a adoção de alguns comportamentos, como ouvir os alunos com maior frequência, permitir que eles interajam de uma maneira mais pessoal com os conteúdos e materiais, sempre questionando seus anseios e aceitando com empatia suas concepções. De acordo com a autora, ao agir dessa forma, o professor se distancia de uma postura controladora e passa facilitar a sensação de pertencimento por parte dos estudantes, os quais poderão eventualmente trazer novos elementos que ainda não haviam sido considerados no planejamento docente. Se ambos, educador e educando participam das discussões, aprenderão juntos, em uma concepção dialética a partir da qual a teoria fundamenta a prática e esta reorienta a teoria (BERBEL, 2011).

Diversos autores, entre eles Zabala e Arnau (2010); e Machado (2006) têm defendido que essa autonomia pode ser atingida por meio de uma educação atrelada ao desenvolvimento de competências, pois se o que se almeja é uma formação plena do estudante, com o desenvolvimento de capacidades diversas que sejam aplicáveis, o termo “competência” surge para designar essa apreensão funcional do conhecimento. Dessa forma, o indivíduo competente iria além do saber pelo saber, sendo capaz de agir eficazmente mediante um problema real por meio do uso integrado de conhecimentos, habilidades e atitudes (MACHADO, 2006).

Nessa busca de atuação competente, algumas etapas a serem seguidas são apresentadas pelos autores: analisar a situação em toda a sua complexidade e identificar a tarefa, atentando para as questões que viabilizem agir exitosamente; considerar os esquemas de atuação disponíveis, isto é, as possibilidades de ação; escolher o esquema mais adequado e empregá-lo estrategicamente, no sentido de que é necessária uma flexibilidade que atenda às especificidades de cada situação da vida. Considerando então que novas situações reais serão diferentes daquelas já vivenciadas, devemos realizar uma transferência do contexto no qual foi aprendido para o novo contexto (ZABALA; ARNAU, 2010).

Na realização dos trabalhos educativos, o professor precisa ter claro que existe um contínuo na atuação competente, que a resolução de uma situação pode ocorrer em diferentes níveis de eficiência. As causas de uma ação menos competente podem estar relacionadas à falta de domínio de um componente (conceitual, procedimental, atitudinal) ou à dificuldade na transferência entre contextos. Por isso, é importante destacar que esses três componentes de uma competência devem ser empregados em conjunto, de forma relacionada, na intenção de solucionar um problema novo e da vida real (ZABALA; ARNAU, 2010).

Para Dias (2010), esses componentes são os meios que tornam possível a aquisição de uma competência, pois é na articulação complexa desses conhecimentos que uma ação eficaz poderá ser aplicada. Diante disso, dominar esse corpo conceitual não torna alguém competente, pois este precisa também analisar um determinado contexto e transferir saberes que são adequados para o enfrentamento dessa situação específica.

Justamente nessa perspectiva, Machado (2006) enfatiza o caráter pessoal da competência ao reiterar que apenas pessoas são competentes, pois somente elas poderão executar processos cognitivos de percepção, análise, compreensão e execução de forma intencional. Também menciona que a competência está relacionada a um âmbito, não existindo a noção de uma competência geral ou de uma pessoa cuja competência se aplique a todas as situações. Cada contexto requer uma abordagem específica, pensada para ela, com aquele arranjo único de saberes e aquele desejo particular de atuar.

O professor que almeja contribuir para o desenvolvimento de competências por parte do aluno, deve planejar sua aula partindo das diretrizes curriculares, mas dispondo de um senso crítico para criar uma estratégia, ter uma intenção no momento de escolher e sistematizar aqueles conhecimentos que têm potencial de subsidiar o estudante na busca por soluções perante problemas reais. Nesse momento, já tendo sido discutida a definição e características de uma ação competente, é fundamental voltar as atenções para quais competências devem ser trabalhadas no contexto escolar. Nesse propósito, Zabala (2010) afirma que existe um consenso entre diversos autores acerca da importância da formação do indivíduo em sua integralidade, com amplo desenvolvimento de todas as suas capacidades. De modo mais específico, se o que se pretende é uma formação direcionada ao indivíduo, ao enfrentamento da realidade; as necessidades do estudante podem ser categorizadas em três dimensões: social, pessoal e profissional.

No âmbito social, a competência se revela por meio do entendimento de uma pessoa enquanto elemento constituinte de uma estrutura maior, cuja manutenção saudável e equilibrada depende do exercício da cidadania, ou seja, de se posicionar em prol de um bem comum de todos. Isso só é possível ao se exercitar de forma competente uma compreensão da sociedade, para então poder interferir sobre ela com respeito e valorização. No concernente aos âmbitos pessoal e profissional, o autoconhecimento e a autotransformação são anteriores ao engajamento social, pois só ao se perceber e agir de forma autônoma, reconhecendo sua individualidade, é que será possível coletar, relacionar e aplicar o conhecimento onde quer que lhe seja pertinente, inclusive no trabalho. De fato, essa característica flexível da competência, por meio da qual determinados conhecimentos são orquestrados de maneira intencional, é que manterá o trabalhador empregável

e eficiente nesse mercado de trabalho em constante transformação (ZABALA; ARNAU, 2010).

Para pensar a intervenção educativa, os componentes conceitual, procedimental e atitudinal devem ser considerados, pois são eles que correspondem aos conteúdos que serão trabalhados. Nesse momento, Zabala (2010) alerta para que as demandas formativas do aluno não sejam desprezadas em favor de uma demanda por acréscimo de conteúdo que somente dificultaria a aprendizagem.

Ao tratar sobre a abrangência do conteúdo, Krasilchik (2004) apresenta alguns critérios orientadores, tais como a prioridade do que é básico em detrimento do que é marginal, e do que é pré-requisito em relação ao que é isolado. Também deve-se optar por aquilo que é mais atual e que os estudantes consideram mais interessante.

1.1.2 Letramento científico e a natureza da ciência

Nesse intuito de oferecer um ensino voltado para o pleno desenvolvimento dos alunos, muito se tem discutido sobre que termo usar para definir o Ensino de Ciências voltado para essa formação cidadã, e observamos uma variedade de expressões como: Alfabetização Científica, Letramento Científico e Enculturação Científica, as quais, muitas vezes, são consideradas sinônimos (SASSERON; CARVALHO, 2011). Os estudiosos nacionais que adotam o termo “Letramento Científico” acham um embasamento em Soares (1998, p.18), que define o letramento como sendo “resultado da ação de ensinar ou aprender a ler e escrever: estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita”. Já o uso da expressão “Alfabetização Científica” apoia-se no conceito de alfabetização apresentado por Paulo Freire:

“[...] a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. [...] Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto”.(FREIRE, 1980, p. 111).

Attico Chassot (2018) também se apoia nos pressupostos freirianos ao usar a expressão Alfabetização Científica, entendendo a leitura como ato político e sendo assim a leitura do mundo deve ser precedida à leitura da palavra. Por isso, define Alfabetização Científica como “o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazerem uma leitura do mundo onde vivem” (CHASSOT, 2018, p.70).

Sasseron e Machado (2017) adotam a denominação Alfabetização Científica para se referir a um Ensino de Ciências cuja meta é formar o indivíduo, tornando-o competente para enfrentar os problemas do dia a dia por meio da mobilização de conhecimentos e métodos próprios do campo científico. Justamente por isso, apesar da adoção dessa expressão em específico, a autora enfatiza

que o Ensino de Ciências que se pretende desenvolver pode ser entendido como uma enculturação científica, na medida em que permite ao aluno compartilhar das práticas e saberes de uma ciência enquanto modalidade cultural. Assim, além da arte e da filosofia, por exemplo, todas de valor inestimável e necessárias ao ser humano, a inserção do estudante na cultura científica deve ser estimulada. Não obstante, a concepção de letramento científico também é aplicável na medida em que o indivíduo faz uso de uma diversidade de estratégias e conhecimentos de origem científica em sua interação com o mundo.

Bertoldi (2020) analisou os trabalhos dos principais estudiosos nacionais a respeito dessa temática, na tentativa de explicar se as expressões letramento científico e alfabetização científica constituíam uma diferença de conceito ou uma variação de denominação, e concluiu que Carvalho, Chassot e Sasseron fazem parte de um grupo que considera ambos os termos como sendo variações de denominação.

Na concordância com os autores já citados, para este trabalho adotaremos o termo Letramento Científico, pois, independente da expressão usada, o que existe, em alguns casos, é o uso de um mesmo termo com diferentes entendimentos entre os vários pesquisadores da área, visto que existem diferenças de opinião sobre quais habilidades devem ser levadas em conta para classificar um indivíduo letrado ou alfabetizado cientificamente. Contudo, diante das diversas classificações, existem convergências que podem ser organizadas em quatro eixos, caracterizando as habilidades necessárias a um letramento científico: compreensão básica de termos; conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente (SASSERON; CARVALHO, 2011).

As habilidades englobadas pelo letramento científico estão relacionadas a mecanismos de avaliação da qualidade da educação em diversos países do mundo. A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) tem realizado periodicamente o Programa para Avaliação Internacional de Estudantes (PISA). Essa avaliação consiste na aplicação de questões sobre leitura, matemática e Ciências para uma amostra de estudantes do Ensino Básico em diversos países do mundo, inclusive o Brasil. Nessa perspectiva, a Matriz de Avaliação de Ciências do PISA de 2015 (edição mais recente cujos documentos estão disponíveis) apresenta uma discussão sobre letramento científico que destaca a importância dada ao método científico, e não apenas às informações resultantes deste método, bem como de se possuir conhecimento científico, de identificar os traços característicos da ciência, de demonstrar de como ciência e

tecnologia são importantes em nossa vida e nosso meio, e de demonstrar interesse por questões relacionadas com a ciência(OEDC, 2015).

Para isso, a definição de letramento científico para o PISA de 2015 envolve atingir três competências(OEDC, 2015):

- explicar fenômenos cientificamente: Reconhecer, oferecer e avaliar explicações para fenômenos naturais e tecnológicos;
- avaliar e planejar investigações científicas: descrever e avaliar investigações científicas e propor formas de abordar questões cientificamente;
- interpretar dados e evidências cientificamente: analisar e avaliar os dados, afirmações e argumentos, tirando conclusões científicas apropriadas.

Desenvolver essas competências só é possível com aquisição e uso de conhecimentos sobre os conteúdos científicos e sobre a natureza da ciência, os quais são (OEDC, 2015):

- conhecimento de conteúdo – conhecimento do conteúdo das Ciências (incluindo os sistemas físicos, sistemas vivos e sistema Terra e espaço);
- conhecimento procedimental – conhecimento da diversidade de métodos e práticas utilizadas para o estabelecimento do conhecimento científico e dos procedimentos padronizados;
- conhecimento epistemológico - Conhecimento dos recursos essenciais ao processo de construção do conhecimento da Ciência: hipóteses, teorias, observações. Como sabemos o que sabemos.

Deve-se enfatizar que não há uma correspondência única entre determinada competência e uma modalidade de conhecimento em especial, ou seja, cada uma das competências é executada por meio dos três tipos de conhecimentos. Explicar um fenômeno do corpo humano, por exemplo, não requer apenas conhecimento de conteúdo, mas sim pesquisar e analisar como esse conhecimento foi produzido e estabelecido no meio científico para então ser apresentado à sociedade.

Nas interações em sala de aula, o docente precisa estar atento às ações dos seus aprendizes, buscando evidências de que as competências fundamentais para a investigação científica estão sendo desenvolvidas. Nessa perspectiva, Sasseron e Carvalho (2008) propõem um conjunto de habilidades cuja expressão pelos alunos funcionam como indicadores de que o processo de letramento científico está em andamento (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Três deles são a *seriação, organização e classificação das informações*. Consistem em competências desejadas para o trabalho com os dados, tornando possível elencá-los para então arranjá-los e, talvez, criar hierarquias com bases nas relações estabelecidas entre essas informações. Outros dois indicadores referem-se ao modo com o pensamento se estrutura durante a aprendizagem: o *raciocínio lógico* permite a operação com ideias e explicitação destas mediante a comunicação, enquanto o *raciocínio proporcional* constrói relações entre esses elementos.

O *levantamento de hipóteses* ocorre quando o aluno apresenta uma alegação na forma de pergunta ou afirmação. Já no *teste de hipóteses*, as alegações são investigadas tanto pela manipulação dos objetos quanto pela discussão e análise de fontes de conhecimento. A *justificativa* corresponde a uma afirmação empregada como prova daquilo que se propõe. Na *previsão*, determinado evento é referenciado como consequência de um fenômeno. O último indicador é a *explicação* fornecida na tentativa de vincular os dados com as hipóteses (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Apesar da quantidade e da relevância de pesquisas que apontam para a importância de o Ensino de Ciências incluir a epistemologia e as características da ciência, os autores Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) consideram oportuno responder a um debate acerca da viabilidade e até mesmo da necessidade de uma educação que considere a natureza da ciência. De acordo com eles, Acevedo et al (2005); Atkin e Black (2003), dentre outros, consideram um mito a concepção de que o letramento científico pode influir na formação de pessoas aptas a decidir de forma fundamentada diante de situações diversas e consequentemente seria desperdício de recursos seguir adiante com essa abordagem didática. Esses autores argumentam que a tomada de decisão em questões científicas e tecnológicas envolve o domínio de uma rede complexa de conteúdos que não poderia ser fornecida à maioria da população nem nos melhores sistemas educativos (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007).

Sobre essa questão, Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) discordam e esclarecem que a atuação eficiente de cidadãos nas questões de importância individual e coletiva não precisa tanto de um aporte de conhecimento a nível de excelência, mas sim de corpo de saberes mínimos que pode perfeitamente ser desenvolvido por todas as pessoas. Em adição, defendem que o especialista não consegue agir adequadamente mobilizando apenas o conjunto dos conhecimentos de uma área particular, pois é indispensável a abordagem do tema através de uma perspectiva mais abrangente, que considere os desdobramentos a médio e longo prazo, tanto na sua área de especialização quanto em outras áreas.

Um exemplo apresentado no artigo para essa concepção é o dos fertilizantes químicos, que embora tenham proporcionado um aumento da produção agrícola, não tardou para que cientistas e entidades relacionadas ao meio ambiente advertissem para os prejuízos a saúde causados pelo uso excessivos desses compostos. Os argumentos da comunidade científica não resultavam em uma mudança de paradigma, até que o engajamento de grupos de pessoas se somou aos cientistas, os quais organizaram movimentos e protestos que resultaram na aplicação de restrições ao uso dos fertilizantes químicos (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007).

Visões distorcidas sobre como o conhecimento científico é construído e divulgado estão presentes entre os alunos e a sociedade em geral, como consequência da influência da mídia ou da própria educação escolar. Algumas dessas concepções inadequadas são: a ciência só tem utilidade na atividade dos cientistas em seus laboratórios, não podendo proporcionar respostas para problemas cotidianos; a ciência é neutra; o conhecimento gerado pela atividade científica é verdadeiro e deve ser passivamente aceito por todos; os cientistas são pessoas de aspecto físico e comportamental estranho e que trabalham de forma individual; o saber científico sempre resultará em uma melhoria na qualidade de vida da humanidade (POZO; CRESPO, 2009).

Muita crítica também tem sido feita à propagação da ideia de uma ciência atrelada a um método científico entendido como um conjunto de passos que devem ser seguidos rigorosamente durante uma investigação científica. Sasseron (2017) afirma que essas visões são favorecidas por aquelas práticas educativas bastante corriqueiras que transmitem o conhecimento enquanto conceito já estabelecido, sem considerar o contexto e o percurso envolvidos na sua aquisição. Da mesma forma, Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) refletem sobre a influência do ensino escolar sobre essas visões, as quais são entendidas como “um dos principais obstáculos para movimentos de renovação no campo da educação científica” (p.147).

Diante desse cenário, desenvolver estratégias de ensino e aprendizagem na perspectiva do letramento científico requer uma análise sobre o que seria essa natureza da ciência, pois somente um entendimento sobre o que é a ciência, como ela é desenvolvida e quais fatores a influenciam é que novos enfoques educativos poderão surgir.

Assim, ainda tratando sobre as concepções distorcidas em relação ao método científico, existe uma concordância entre os estudiosos da área ao afirmar que não há um conjunto de passos universais que deva ser seguido, pois na verdade há uma variedade de percursos metodológicos que devem ser considerados na escolha da abordagem mais adequada a determinada investigação. Já com relação à visão neutra da ciência, devemos lembrar que a ciência é um produto social, recebendo influência da economia, política e cultura. Desde a escolha do tema a ser pesquisado ou

da hipótese a ser testada até os meios para sua resolução, todo o fazer científico envolve o interesse dos pesquisadores, o paradigma científico vigente e a relevância da questão para a população em geral. (MOURA, 2014).

Bartholomew, Osborne e Ratcliffe (2004) apresentam um conjunto de nove temas considerados centrais na explicação da natureza da ciência. Um deles esclarece que as teorias aceitas majoritariamente como verdadeiras, poderão ser substituídas por outras em consequência do surgimento de novas evidências ou da revisão daquelas já existentes. Dessa forma, percebe-se que a produção científica não é cumulativa e nem corresponde a uma verdade inabalável. Outro tema apresenta a ciência como um processo cíclico no qual os pesquisadores elaboram hipóteses ou estabelecem problemas, para então buscar respostas que podem direcionar para outros questionamentos e dúvidas, tornando-se necessário conduzir novas investigações. Um terceiro tema incluído explica que, no trabalho científico, as respostas para as questões científicas não emergem dos dados, mas devem ser submetidos a análises e interpretações que requerem procedimentos e habilidades específicas. Todo esse trabalho é frequentemente realizado em grupos, muitas vezes multidisciplinares e de diferentes países, na qual as ideias resultantes devem ser submetidas à revisão crítica por pares (BARTHOLOMEW; OSBORNE; RATCLIFFE, 2004).

Em consonância, Pozo e Crespo (2009) enfatizam que o conhecimento científico não é acessado diretamente a partir do mundo real, mas é produto do trabalho dos cientistas que formulam hipóteses e constroem modelos que tentam explicar e representar a realidade, classificando os saberes científicos como “aproximações relativas” (p. 20). Nessa lógica, cada modelo produzido corresponde a uma ferramenta que permite evidenciar determinadas características daquilo que se almeja compreender, nunca sendo uma representação exata do real, inclusive podendo ser modificado ou rejeitado, como já foi discutido.

1.1.3 O Ensino de Ciências por investigação

O professor inovador e pesquisador, comprometido com os objetivos do letramento científico, tem na abordagem do ensino por investigação uma excelente opção didática capaz de promover a construção do conhecimento pelos discentes, tornando-os competentes a mobilizarem de forma autônoma esses conhecimentos na resolução de problemas, bem como aproximá-los das práticas próprias da ciência.

A perspectiva do ensino por investigação remonta ao cenário dos Estados Unidos na década de 70, quando o filósofo John Dewey apresentou ideias que influenciaram a metodologia do *inquiry*, segundo a qual a aprendizagem ocorria mediante a experiência e as interações. Todavia, deve-se elucidar que a experiência defendida por Dewey não diz respeito a meramente desenvolver

experimentos no sentido de aulas práticas para manuseio de materiais sem que ocorra uma reflexão sobre o que se está fazendo, portanto, deve-se distinguir experiência de experimento. Em uma aula investigativa, a experiência proposta pelo filósofo tem a ver com vivência, com explorar situações e extrair delas respostas, relacionando o que se observa com o marco teórico ou as hipóteses (ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

Nessa intenção, diversos autores orientam sobre como Sequências de Ensino Investigativas (SEI) podem ser propostas e desenvolvidas em sala de aula, oferecendo estratégias e reflexões para a melhor seleção dos materiais, organização do espaço de aula, problematização, interação com os alunos, motivação e, sem dúvida, mediação das investigações (CARVALHO, 2013).

Para Carvalho (2013), um aspecto fundamental a ser considerado é a necessidade da “passagem da ação manipulativa para a ação intelectual” (p.3), o que retoma a ideia de Dewey sobre experiência no sentido de vivência.

Portanto, é recomendável que, na pretensão de se construir um conceito ou compreender um fenômeno, a atividade tenha início com a manipulação dos recursos didáticos disponíveis, mas somente isso não é suficiente, sendo indispensável a atividade mental para que o estudante avalie o que foi observado e veja como isso se relaciona com seu repertório de conhecimento, em um processo de conflito cognitivo (ZABALA; ARNAU, 2010).

Essa construção não deve ser apenas individual, pois seu favorecimento se dá também por meio do diálogo com os colegas, cada uma apresentando seu ponto de vista e ajudando a arquitetar uma resposta coerente e embasada para aquela situação alvo da investigação. O sucesso da aprendizagem colaborativa já foi discutido por Vygotsky ao explicar que os alunos encontram-se no mesmo nível de desenvolvimento real, havendo então maior facilidade no entendimento entre eles. Além disso, como já foi discutido, o trabalho entre os pares é uma etapa fundamental da atividade científica, dessa forma, ao cooperar, o estudante se afasta da crença de que cientistas são pessoas que desenvolvem seus projetos isoladamente (CARVALHO, 2013).

No momento de planejar uma SEI, o professor precisa considerar dois aspectos fundamentais: a liberdade intelectual oferecida aos discentes e o grau de complexidade das atividades.

Carvalho (2018) apresenta o conceito de liberdade intelectual como sendo a característica da SEI para facilitar o desenvolvimento da postura autônoma do estudante. Em consequência, surge uma classificação para as atividades planejadas em diferentes graus, na qual o grau de liberdade intelectual vai aumentando a medida em que a atividade “cria condições em sala de aula para os alunos poderem participar sem medo de errar” p.767. A aula tradicional, entendida como aquela em que o professor apresenta o problema, executa o experimento, não faz discussão, pois

somente ele analisa os dados e apresenta uma conclusão, não proporciona nenhuma liberdade intelectual para o aprendiz, estagnado seu desenvolvimento (CARVALHO, 2018).

Ao invés disso, deve-se partir de uma SEI com baixo grau de liberdade intelectual, com, por exemplo, o professor apresentando o problema, as hipóteses, o roteiro do experimento, mas solicitando aos alunos para que colem os dados e participem da procura por uma resposta ou conclusão. Paulatinamente, as etapas que antes eram desenvolvidas somente pelo docente podem ter participação discente, assim ocorre um trabalho cooperativo e o estudante começa a se perceber como sujeito investigador e atuante. Em um nível seguinte de liberdade intelectual o aluno participará de todas as etapas da atividade e, por vezes, sem a intervenção direta do professor. A autora ressalta que essa não é uma tarefa fácil para o professor, pois uma atividade muito guiada pode tirar a oportunidade do aluno de pensar e elaborar explicações, ao passo que “um trabalho muito solto também pode levar a não construção adequada dos conhecimentos”(CARVALHO, 2013. p.123).

O grau de complexidade tem relação com o nível de dificuldade de uma atividade didática. Uma atividade considerada fácil pelos alunos pode levar ao desinteresse, pois não há mais o componente desafiador. Por outro lado, atividades consideradas muito difíceis podem paralisar os estudantes, fazendo com estes sintam-se incapazes. Cabe ao professor estar em constante observação para que seja capaz de adequar as atividades a um nível de desafio satisfatório.

Bruner apresentou a ideia de “currículo em espiral” como uma metodologia didática que pressupõe haver uma retomada dos conteúdos estudados, trazendo um incremento de complexidade a cada revisão. Ele afirmava que qualquer conteúdo poderia ser aprendido por qualquer estudante, desde que houvesse uma adequação. Dessa forma, a compreensão inicial não seria plena, mas possibilitaria a continuidade necessário ao aprofundamento (MOREIRA, 2017).

Elaborar uma SEI em graus crescentes de complexidade e de liberdade intelectual objetiva manter a curiosidade e estimular a autonomia do aluno, mas não se trata somente disso. Paulo Freire defende a importância da passagem “do estado de curiosidade ingênua para o de curiosidade epistemológica”(CRUZ, 2009. p.22), pois a curiosidade ingênua mantém o aluno atrelado ao conhecimento cotidiano, enquanto a curiosidade epistemológica está acompanhada da rigorosidade metódica que possibilitará a busca por novos conceitos e a reestruturação do saber.

Uma vez considerados esses aspectos, é valoroso discutir sobre um momento indispensável de uma SEI: o problema. Zompero e Laburú (2016) afirmam a existência de um consenso entre os estudiosos da área de Ensino de Ciências sobre a importância de uma investigação partir de um problema.

Entretanto, deve-se ter claro o que é um problema. Sasseron é muito enfática ao colocar que “Problema é problema, exercício é exercício!”(SASSERON; MACHADO, 2017. p. 25), pois é corriqueiro, no âmbito escolar, o professor fazer uma pergunta e fornecer um roteiro contendo os passos que devem ser seguidos pelos estudantes. Um verdadeiro problema traz consigo uma incógnita, uma situação para a qual não existe solução e nem são conhecidos os meios adequados para sua abordagem. Os cientistas em suas pesquisas, bem como as pessoas no dia a dia, não conseguirão êxito apenas repetindo protocolos, portanto, é no enfrentamento de problemas por parte dos alunos que a escola potencializará a formação de cidadãos atuantes e letrados cientificamente.

Também não se deve entender o problema como algo distante, algo que somente o professor pode trazer como consequência de uma pesquisa em livros ou revistas e que tem pouca relevância para aquele público discente em particular. Os problemas estão em toda parte, inclusive no cotidiano do aluno com sua família ou na sala de aula. Nesses casos, o que se almeja é observar a realidade, os fatos, as notícias, as dúvidas, e a partir dessa observação criar uma questão. Assim, surge o verbo problematizar para designar essa ação que deve ser feita em cima do cotidiano(CARVALHO, 2013).

1.1.4 Os sentidos e a percepção

Os sentidos são uma das duas vias pelas quais as pessoas (todos os animais, na verdade), se relacionam com os outros e com o mundo em geral (FUSTER, 2008). A outra via, em sentido oposto, é do comportamento, por meio da qual agimos sobre o mundo. Há uma máxima, atribuída a diferentes autores, e que já virou provérbio popular, que diz “que não há nada em nossa mente que não passe pelos sentidos”. Por quanto não rejeitamos que a mente possa conter elementos inatos, ou adquiridos antes de qualquer experiência empírica, devemos reconhecer que os órgãos sensoriais são a entrada da maior parte da informação que existe no cérebro humano. Os sistemas sensoriais evoluíram por fornecerem ao sistema nervoso - e, portanto, ao próprio organismo - informação para guiar o pensamento e o comportamento (DALGALARRONDO, 2011).

É por meio da percepção consciente que fazemos sentido do meio interno (nosso próprio corpo) e externo (meio ambiente). Disso se reconhece a relevância do assunto sensibilidade e percepção. Tratar desse tema significa tratar de como conhecemos nosso próprio corpo, interpretamos as pessoas e toda a sua produção cultural, e conhecemos, ainda que de forma limitada, o mundo à nossa volta. A relevância social do tema é grande. O preconceito envolve vieses perceptuais. O medo, com todo o seu impacto social e político, também (BUONOMANO, 2011). Os transtornos de ansiedade e depressão, cada vez mais comuns, idem. A percepção é

enfim, parte fundamental da nossa consciência e da nossa existência. A vida que conhecemos é a que percebemos. .

Os seres humanos, à semelhança dos outros animais, são capazes de interagir com o meio à sua volta. Essa interação se dá por via de mão dupla, na qual o indivíduo age sobre o meio, através do comportamento, e recebe informação do meio, através dos sistemas sensoriais. Assim, é por meio dos sistemas sensoriais que o organismo é alimentado de informações que vão guiar seu funcionamento e comportamento (GAZZANIGA; HEATHERTON; HALPERN, 2018). Portanto, tudo o que experienciamos e sabemos chegou ao nosso conhecimento pelos sentidos. Sem estes, estaríamos desconectados do mundo, presos dentro de nós mesmos.

Os sistemas sensoriais nos permitem detectar uma ampla diversidade de estímulos físicos e químicos do ambiente, como luz, som, pressão mecânica, temperatura e milhares de substâncias químicas diferentes. Tais sistemas estão organizados em vias aferentes que conduzem a informação sensorial da periferia do corpo para o sistema nervoso central, onde a informação é processada. Esse sistema tem três componentes principais: o receptor sensorial, a via aferente nervosa e as estruturas neurais de processamento. O receptor sensorial tem a função de converter o estímulo físico ou químico do ambiente em potenciais bioelétricos, os quais podem ser propagados e processados pelo sistema nervoso. O receptor sensorial, portanto, atua como um tradutor, traduzindo a mensagem sensorial ambiental para a linguagem do sistema nervoso. A via aferente nervosa é formada por prolongamentos de neurônios que, juntos, formam nervos e tratos que conduzem os potenciais bioelétricos ao sistema nervoso central. Nesta parte do sistema nervoso estão as estruturas de processamento, onde a informação é analisada e pode ser armazenada na memória e usada para regular parâmetros fisiológicos e orientar o pensamento e o comportamento (LENT, 2010).

Aqui é importante fazer uma distinção entre os conceitos de sensação e percepção. Sensação é capacidade de detectar um estímulo físico ou químico, o que não envolve, necessariamente, consciência do processo. Já percepção é, justamente, a construção subjetiva de uma experiência consciente a partir da aferência sensorial. Dessa forma, e considerado os três componentes descritos no parágrafo anterior, a simples ativação dos receptores sensoriais já caracteriza uma sensação, enquanto a percepção irá acontecer apenas quando a informação chegar ao sistema nervoso central, mais especificamente ao córtex cerebral (GAZZANIGA; HEATHERTON; HALPERN, 2018).

A percepção, devo realçar, é uma elaboração subjetiva, uma construção cortical que se baseia sim na aferência sensorial, mas que pode ser modulada de maneira significativa por outros

processos, como memória, emoção, motivação e expectativa. Por isso, não podemos afirmar que o mundo percebido seja uma representação fiel do mundo físico real. Nossa é proporcionada pelos sentidos, mas também limitada a eles, com todas as suas propriedades e limitações desenvolvidas no tortuoso e imprevisível curso da evolução biológica.

Os sentidos são geralmente classificados em cinco modalidades principais: (1) somestesia, que é a sensibilidade geral do corpo e nos permite detectar o toque, pressão, temperatura, dor e a posição das partes do corpo; (2) visão, capacidade de detectar luz (ondas eletromagnéticas numa faixa específica de frequência); (3) audição, capacidade de detectar o som, que são ondas mecânicas, também em uma faixa específica de frequência; e (4) gustação e (5) olfato, ambos envolvendo a propriedade de sentir substâncias químicas diversas veiculadas pelos alimentos e pelos ar que inspiramos, respectivamente. Todas as cinco modalidades podem ser divididas em submodalidades que são capazes de detectar tipos mais específicos ou atributos em particular de cada estímulo. Cada modalidade sensorial tem seus receptores, que no caso da somestesia estão espalhados em vários tecidos do corpo e nas demais modalidades estão localizados em órgãos sensoriais (olhos, orelha interna, mucosa nasal e língua), bem como têm suas próprias vias ferentes e regiões de processamento no sistema nervoso central (SILVERTHORN, 2010).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar Sequências de Ensino Investigativas crescentes em grau de complexidade e de liberdade intelectual sobre os temas “sentidos e percepção”, alinhadas ao desenvolvimento do letramento científico.

2.2 Objetivos específicos

- Favorecer a aprendizagem significativa do conteúdo dos sistemas sensoriais e da percepção;
- Criar oportunidades para que os alunos exercitem conhecimentos e habilidades científicas necessárias à investigação de forma crítica e à explicação de fenômenos que venham a se deparar em seus diferentes contextos de vivência;
- Relacionar a participação nas atividades investigativas com indicadores a respeito do letramento científico;

- Reconhecer elementos nas sequências investigativas que apresentem potencial de promoção da aprendizagem de conhecimentos e habilidades relativas ao letramento científico;
- Elaborar um guia didático que possa permitir a professores do Ensino Médio a aplicação de estratégias e o desenvolvimento de atividades adequadas à formação de alunos cientificamente letrados.

3 METODOLOGIA

O presente projeto de pesquisa foi desenvolvido conforme as normas regulamentadoras estabelecidas nas Resoluções número 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, tendo os participantes assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B). O parecer com aprovação pelo Comitê de Ética consta no ANEXO 2.

O estudo foi desenvolvido com estudantes da Escola Estadual Professora Crisan Siminéa (Natal-RN), instituição de ensino para os níveis fundamental e médio, onde o pesquisador exerce a função de professor para turmas de ambos os níveis de ensino. A infraestrutura da escola inclui, para uso direto pelo aluno, salas de aula não climatizadas, quadra de esportes, biblioteca e refeitório, não havendo laboratório para experimentos científicos ou de informática. O material para apoio ao processo de ensino inclui: livros didáticos para as disciplinas específicas, caixas de som e projetores de slides.

Os sujeitos da pesquisa foram 21 alunos de duas turmas do Ensino Médio (2ª e 3ª séries) do turno vespertino no ano letivo de 2021. Considerando-se que as duas turmas tinham um total de 65 alunos matriculados, fica evidente a intensidade da evasão ocasionada principalmente pela pandemia da Covid-19. A escolha das turmas foi justificada por conter, em seu planejamento anual, os conteúdos de fisiologia que foram abordados durante as sequências investigativas.

No Rio Grande do Norte, Estado em que este projeto foi desenvolvido, o ensino na rede pública aconteceu exclusivamente de forma remota até o mês de outubro do ano de 2021, tendo sido retomadas as aulas presenciais a partir de novembro. Grupos de WhatsApp foram organizados para cada turma, sendo esta a principal via de comunicação remota assíncrona entre o professor e os estudantes. O principal obstáculo, relatado por professores e alunos, ao desenvolvimento do ensino remoto foi a ausência de recursos tecnológicos adequados, pois a maioria dos alunos possuíam aparelhos celulares com baixa capacidade de processamento e de memória, além de uma

internet de baixa velocidade, enquanto outros alegavam não ter aparelhos celulares, computadores e nem acesso à internet.

Investigar exige método, sendo incumbência do pesquisador proceder a coleta dos dados, sua organização, exploração e interpretação, sempre com a competência de pesquisador que o professor deve ter. Considerando as características dos dados que foram coletados, a abordagem quali-quantitativa foi adotada, considerando os argumentos a seguir (MOREIRA, 2003).

No enfoque quantitativo, dados objetivos são obtidos subtraindo-se algumas variáveis do evento maior, isto é, um ou poucos aspectos de um enredo complexo resultaram em dados numéricos que receberam o tratamento da estatística descritiva. Assim, as medições feitas, juntamente com os gráficos e tabelas produzidos poderiam constituir material adequado na busca de correlações. No entanto, todo método tem suas limitações, e a deste é não permitir uma análise profunda dos fenômenos observados. Comparar as porcentagens de acerto de um grupo de estudantes, em determinada questão, antes e depois de uma intervenção é insuficiente para refletir o que se passa no amplo território do ensino e da aprendizagem (FERREIRA, 2015).

Essa insuficiência foi preenchida pelo enfoque qualitativo, o qual envolve o trabalho com o todo, indo além do estudo das partes isoladas, pois, diferente de um laboratório, os acontecimentos de uma sala de aula são complexos, repletos de singularidades. Sendo assim, a investigação não se atém somente às causas, mas procura entender o fenômeno pela compreensão dos significados, apresentando um forte caráter interpretativo. Resgatando o conceito do conhecimento tácito, de que não conseguimos expressar tudo que sabemos por meio de palavras. Nesse tipo de abordagem, a atenção do pesquisador é fundamental, pois sua observação, permitida pelos seus sentidos e pela competência de professor que o pesquisador deve ter, corresponde a um instrumento coletor de dados que dificilmente seriam notados com o uso de outros recursos, como a expressão de uma emoção por parte de um estudante (MOREIRA, 2002).

Na verdade, a investigação quantitativa também potencializa as possibilidades que o método qualitativo oferece, pois, se por um lado a obtenção de dados numéricos não constitui um resultado em si, na medida em que estes devem ser interpretados, por outro lado a busca de significados pode resultar em categorias que são mais facilmente quantificáveis. Foram as ações combinadas entre duas perspectivas, a dedutiva e a indutiva, a verificatória e a gerativa, a objetiva e a subjetiva que permitiram ao pesquisador aproximar-se do que se sucedeu no ensino e na aprendizagem diante das sequências investigativas propostas (MOREIRA, 2003).

O método de investigação aqui adotado foi da pesquisa participante, conforme entendida por Brandão e Borges (2007). Estes autores discutem uma série de pontos considerados comuns

aos vários tipos de pesquisa participante. Alguns desses aspectos foram bem relacionados com as escolhas metodológicas feitas para esta pesquisa, a saber: os agentes envolvidos, professores e alunos neste caso, foram colocados em envolvimento e colaboração mútua, por vezes desfazendo um pouco a dicotomia entre sujeito observador e sujeito observado, na perspectiva de uma interação entre pessoas detentoras de conhecimento; e o compromisso do pesquisador com os interesses das pessoas voluntárias da pesquisa e a realidade concreta como ponto de partida para as ações.

3.1 Procedimentos para coleta de dados

Mesmo sabendo que não é possível descrever e interpretar todos os aspectos do evento pesquisado, uma investigação como esta, que objetiva não apenas avaliar os fins, mas também refletir sobre os meios, necessita de um repertório diverso de instrumentos para coleta de dados. Dessa forma, o pesquisador tem a possibilidade de cruzar informações oriundas de diferentes fontes, o que confere maior confiabilidade às conclusões elaboradas, até mesmo porque cada instrumento apresenta-se mais ou menos adequado tanto para cada objetivo pretendido, quanto para o enfoque metodológico adotado (quantitativo ou qualitativo) (FERREIRA, 2015).

Com efeito, os dados coletados corresponderam ao conjunto de toda a produção dos alunos, incluindo o preenchimento dos roteiros de pesquisa, a resolução dos questionários e a apresentação de modelos. A ênfase não se deu apenas no resultado de cada atividade, mas sim em todo o processo, dessa forma, os questionários e roteiros foram estruturados em etapas que tornaram possível captar o conhecimento e as habilidades apresentadas pelos alunos em cada momento da investigação

Na intenção de alcançar os objetivos da pesquisa, as perguntas apresentadas aos alunos, seja oralmente ou através dos questionários, tinham a característica de serem abertas, o que trouxe maior complexidade para o processo de análise, demandando mais esforço por parte do pesquisador, com o intuito de que o surgimento de categorias equivocadas fosse minimizado.

A partir da gravação de áudio das aulas, os diálogos argumentativos durante os encontros remotos síncronos foram transcritos e integraram o *corpus* da pesquisa. De acordo com Duarte (2020), após a transcrição, o material obtido deve ser submetido à “conferência de fidedignidade” (p.220), etapa em que, de posse do texto transcrito, o pesquisador ouvirá as gravações em busca de erros, alterações de entonação, interrupções e interjeições. Nesta pesquisa, os áudios foram transcritos com o auxílio de um site, entretanto, a conferência sugerida por Duarte foi efetuada. Também foi dada atenção às interrupções da fala do professor pelos estudantes (sinalizadas pelas

reticências), tendo em vista o valor desse comportamento como impressão da motivação dos alunos para argumentar. Em todos os momentos, a observação do professor foi considerada uma estratégia fundamental na obtenção de informações (BARDIN, 2016).

3.2 Procedimentos para organização e análise dos dados

Nesta pesquisa, o tratamento e interpretação dos dados seguiu os pressupostos da Análise de Conteúdo apresentada por Bardin (2016). De acordo com a própria autora, esta análise não diz respeito a apenas uma estratégia ou técnica, mas sim a “um conjunto de instrumentos metodológicos” (p. 15) com aplicação ampla. Se por um lado a utilização de seus processos permite ir além do que a estatística oferece, ao orientar a interpretação e a dedução, por outro lado possibilita buscar os sentidos presentes nas mensagens, sem que o pesquisador se perca em uma excessiva pessoalidade do seu olhar. Justamente por isso, Bardin situa a análise do conteúdo “entre os dois polos do rigor da objetiva e a fecundidade da subjetividade” (p.15).

Com o emprego desse repertório de técnicas analíticas, buscou-se mais do que compreender a informação explícita na verbalização dos estudantes, que constituiu o conteúdo manifesto. A valer, o conteúdo latente, aquele que precisava ser abstraído, era extremamente revelador, pois nem sempre o aluno conseguia externar com precisão seu pensamento. Além do mais, um indicador de aprendizagem ou de ausência desta, não está meramente em um argumento pontual de um estudante, mas está nos processos interativos, nas mudanças observadas entre duas falas de um mesmo estudante em diferentes momentos, na atitude de falar, de querer colaborar. Até mesmo a apatia e o silêncio de alguém podem ser reveladores de muita coisa, correspondendo ao chamado conteúdo oculto.

Toda essa pretensão teve sua operacionalização nas etapas da análise do conteúdo: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. Na pré-análise o pesquisador pôde fazer a “leitura flutuante”, o que se apresentou como extremamente valioso para despertar algumas ideias de como proceder com as etapas seguintes. Na exploração do material ocorreu o agrupamento das Unidades de Registro em Categorias. Essas unidades foram as respostas, perguntas e temas apresentados pelos estudantes e que foram ao encontro dos objetivos da pesquisa. Na exploração das quase 200 páginas de transcrições dos diálogos tidos nas videoconferências, as unidades de registro corresponderam aos recortes dessas interações para o tratamento dos resultados, considerando-se a impossibilidade de aprofundar a análise qualitativa em tão extenso material. Esses recortes estarão apresentados na forma de quadros, a partir dos quais a análise aconteceu (BARDIN, 2016).

Na análise da produção escrita dos alunos, as categorias emergiram após o contato com os dados por meio da classificação e agregação das unidades de registro. Já as análises destinadas a avaliar a atuação competente dos alunos e relacionar os aprendizados com os indicadores de letramento científico foram feitas pela correspondência entre as unidades de registro e categorias estabelecidas “a priori”. O Quadro 1 apresenta alguns dos conhecimentos e competências avaliados na prova do PISA e que nessa pesquisa representaram os indicadores de letramento científico. A apresentação dos conhecimentos e competências observados na análise foi efetivada em tabelas específicas para cada SEI.

Quadro 1 - Conhecimentos e competências da prova do PISA utilizados como indicadores de letramento científico na análise

CONHECIMENTOS	
1	Procedimental
1.1	Conceitos de variáveis dependentes e independentes.
1.2	Formas de avaliar e minimizar incertezas: repetições, medidas médias.
1.3	Ferramentas de representação de dados: gráficos e tabelas.
1.4	Natureza de desenho específicos: observação, busca de padrões, experimentação.
2	Epistemológico
2.1	Propósitos e objetivos das observações científicas: produção de explicações do mundo natural.
2.2	Natureza do raciocínio científico: dedução, indução, inferência, analogias e uso de modelos.
2.3	Como afirmações científicas são apoiadas por dados e raciocínio na ciência.
2.4	Natureza das observações científicas
COMPETÊNCIAS	
1	Explicar fenômenos cientificamente.
1.1	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado.
1.2	Identificar, utilizar e gerar modelos explicativos e representações.
1.3	Oferecer hipóteses explicativas.
2	Avaliar e planejar experimentos científicos.
2.1	Identificar a questão explorada em dado estudo científico.
2.2	Propor formas de explorar dada questão cientificamente.
2.3	Descrever e avaliar os vários caminhos que os cientistas usam para assegurar a confiabilidade dos dados e a objetividade
3	Interpretar dados e evidências cientificamente.
3.1	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas.
3.2	Identificar as premissas, evidências e argumentos em textos relacionados às ciências.

Fonte: Adaptado de (OECD, 2015)

Na intenção de alcançar os objetivos propostos, os conteúdos selecionados foram trabalhados a partir de sequências investigativas, estratégia que tem sido apontada por vários autores como eficaz na promoção da autonomia dos estudantes e de uma aprendizagem efetiva em

termos de fazer a crítica dos conhecimentos adquiridos, bem como utilizá-los para atender a diferentes demandas na sociedade (CARVALHO, 2018).

As atividades envolveram situações que contemplam as três competências e os três conhecimentos descritos pela matriz do PISA de 2015 como necessários ao desenvolvimento do letramento científico. Elas também foram aplicadas em grau crescente de complexidade das investigações e de liberdade intelectual dos alunos, na perspectiva de criar um ambiente favorável e instigante tanto para a aquisição de novos conhecimentos e habilidades, quanto para a superação da passividade e do medo que os alunos apresentam para externar seus conhecimentos.

O caráter sequencial em que as atividades foram desenvolvidas pretendeu viabilizar a aprendizagem significativa, na medida em que os conhecimentos adquiridos na primeira atividade constituíram uma estrutura de ancoragem para os novos conhecimentos a serem aprendidos na atividade seguinte, e assim por diante. Dessa forma, o conteúdo novo ganhava significado ao passo que o antigo se tornava mais estável na estrutura cognitiva do aprendiz. Atendendo a essa estratégia, o tema “sistemas sensoriais e percepção” foi dividido em subtemas: I) sensação, percepção e somestesia; II) audição e equilíbrio; III) Olfato e paladar; IV) visão. Cada um destes foi abordado por uma ou mais atividades investigativas planejadas para permitir um processo contínuo de aprendizagem, pois uma parte daquilo que seria aprendido em uma atividade, teria papel fundamental na investigação do próximo subtema.

Todos os subtemas incluíram situações de pesquisa que propiciaram aos alunos a aprendizagem dos três tipos de conhecimentos e o desenvolvimento das três competências necessárias à aquisição do letramento científico.

As atividades foram aplicadas por meio de três tipos de interações: presenciais entre cada aluno e as pessoas com quem tinham convivência presencial; remotas síncronas e assíncronas entre professor e alunos; remotas síncronas e assíncronas entre os alunos. Nas interações presenciais, cada aluno exerceu o papel de investigador, seguindo as orientações do professor e dos roteiros para manipular os materiais e realizar experimentos com um voluntário entre aqueles com quem tinha contato presencial. Cada roteiro incluiu: textos, imagens e vídeos sobre o tema e a investigação; a descrição do material e dos passos necessários ao desenvolvimento da investigação; tabelas para preenchimento com as informações coletadas e os fenômenos observados; espaços destinados a elaboração das hipóteses e apresentação dos resultados; além de perguntas com potencial para desencadear o início da problematização do que foi observado, estimulando a construção de conhecimentos e reflexão sobre a adequabilidade e efetividade dos procedimentos e estratégias utilizados.

As interações remotas assíncronas envolveram a comunicação por meio do aplicativo WhatsApp, cujo uso foi fundamental para o envio de roteiros, textos, figuras e vídeos direcionadores das investigações, bem como o esclarecimento de algumas dúvidas. Pelo mesmo aplicativo, os alunos puderam enviar ao professor os roteiros com os dados coletados e as respostas das questões.

As interações remotas síncronas foram possíveis por meio de videoconferências realizadas antes e após cada um dos experimentos. Nos encontros síncronos prévios à experimentação ou exploração, foi realizada: a apresentação dialogada do tema que seria investigado mediante perguntas e estímulo ao diálogo com os alunos, para que estes se sentissem motivados a participar e perceber que são indivíduos ativos no processo de aprendizagem; levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos; exposição, por parte do professor, de ideias e conceitos que dialoguem com esses conhecimentos prévios e que eram essenciais ao desenvolvimento da atividade, com o cuidado de não apresentar todas as respostas, o que diminuiria o caráter desafiador da investigação; proposição das investigações a serem realizadas, incluindo a apresentação dos roteiros.

Nos encontros síncronos seguintes à experimentação, foi realizado: levantamento da problematização realizada pelos estudantes na resolução das questões do roteiro com a ampliação destas por parte do docente; apresentação de imagens descritivas de fenômenos e conceitos que se relacionam com a investigação em pauta; discussão das ideias e sistematização dos conhecimentos construídos a partir de apresentação de uma síntese pelo professor.

Nessa perspectiva, cada encontro síncrono, com exceção do primeiro e do último, foi dividido em dois momentos. O primeiro, no início do encontro, correspondia à terceira etapa da Atividade Investigativa iniciada no encontro síncrono prévio. O segundo momento, em sequência, correspondia à primeira etapa de outra atividade, pois teria como objetivo a proposição da investigação a ser realizada.

Dessa forma, cada atividade investigativa foi desenvolvida em três etapas: I) comunicação inicial com a proposição da investigação, via encontro remoto síncrono; II) estudo dos textos, figuras e vídeos enviados pelo professor através do aplicativo WhatsApp, bem como a execução dos experimentos e resolução dos questionários, atividade presencial dos estudantes em suas casas; III) discussão, encontro remoto síncrono, dos experimentos e das respostas dos questionários para dar continuidade a problematização, permitindo a ressignificação de alguns conhecimentos e a construção de novos.

Os alunos foram avaliados pela participação nos diálogos estabelecidos durante os encontros remotos síncronos, execução dos experimentos, preenchimento das tabelas e resolução das questões e desafios propostos.

Os dados a serem coletados correspondem ao conjunto de toda a produção dos alunos, incluindo roteiros de pesquisa, questionários, apresentação de modelos e seminários. A partir da gravação de áudio das aulas, os diálogos argumentativos durante os encontros síncronos também serão objeto de análise na busca por indicativos do letramento científico. Nesse caso, faremos uso da análise de conteúdo (BARDIN, 2016). O enfoque não se dará apenas no resultado de cada atividade, mas sim em todo o processo, dessa forma, os questionários e roteiros serão estruturados em etapas que tornam possível captar o conhecimento e as habilidades apresentadas pelos alunos em cada momento da investigação. Após coletados, os dados foram organizados, para posterior análise, a partir da matriz do PISA de 2015, que apresenta as competências e conhecimentos que devem ser aprendidos para o desenvolvimento de cada atividade (OECD, 2015).

Após a análise dos dados e avaliação da funcionalidade das estratégias, elas foram transcritas em formato de manual destinado a orientar professores de biologia do Ensino Médio para que possam aplicar atividades investigativas sobre o tema sistemas sensoriais e percepção ou adaptá-las dentro de seu próprio contexto.

3.3 Descrição das atividades

Atividade Investigativa 01: O que eu sinto? O que eu percebo?

Esta atividade começou com um encontro remoto síncrono. O estímulo inicial foi a apresentação do problema: “O que eu sinto?”, juntamente com imagens de pessoas em ambientes extremos de luminosidade (figura 1), temperatura, barulho e situações capazes de causar dor. Os alunos foram estimulados pelo professor a responder à pergunta considerando as imagens e as situações já vivenciadas.

Uma vez que todos tiveram a oportunidade de se expressar, outro problema foi exposto: “O que eu percebo?”. Para criar um ambiente propício a uma nova rodada de argumentação capaz de responder ao questionamento, duas imagens do tipo “figura-fundo” foram apresentadas (figura 2). Os alunos foram estimulados a refletir sobre esses problemas a partir de imagens apresentadas pelo professor (figura 3). Em um determinado momento da aula foi pedido para que algum aluno fizesse um “print” da imagem do professor, em seguida este falou que iria beber água, mas na verdade se afastou apenas para trocar de camiseta e colocar os óculos. Em seguida, perguntou aos

alunos se havia alguma mudança em sua aparência, então a maioria dos alunos falaram não ter observado nada de diferente, enquanto uns poucos notaram as mudanças feitas. O professor tomou essa situação como exemplo para discutir sobre percepção.

Figura 1- Imagem da lua iluminando o mar



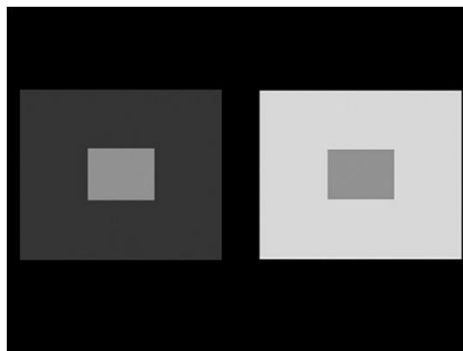
Fonte: <https://www.sonoticiaboa.com.br/2019/04/28/agencia-espacial-da-china-divulga-novas-fotos-do-lado-escuro-da-lua>

Figura 2 - Imagem representando o processo figura-fundo.



Fonte: <https://psicoativo.com/2017/01/percepcao-figura-fundo-psicologia-da-gestalt.html>

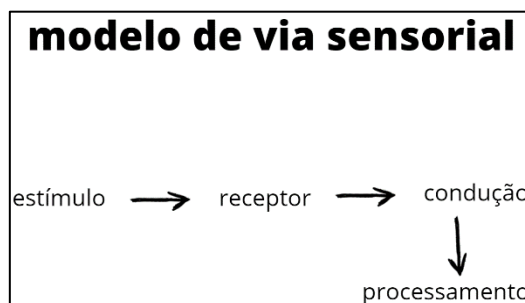
Figura 3 - Imagem de ilusão de ótica



Fonte: <https://navelocidadedaluz.wordpress.com/tag/ilusao-otica/>

Na sequência foi construído um modelo esquemático de uma via sensorial com a participação de todos (Figura 4).

Figura 4 - Modelo de uma via sensorial genérica



Fonte: O autor

Atividade Investigativa 02: O que sentimos por meio da pele?

Na primeira etapa dessa atividade, durante o encontro remoto síncrono, o problema desta investigação foi posto para a turma. Tendo percebido que todos puderam se expressar, o professor iniciou uma explicação sobre tipos de receptores da pele e morfologia do córtex cerebral. As novas informações serviram como organizadores prévios para os estudantes colocarem em prática os experimentos descritos no roteiro (Apêndice C), o qual foi apresentado e explicado pelo docente. Seis alunos realizaram o experimento 1 e nenhum deles relatou ter tido dificuldades. Entretanto, apenas três alunos conseguiram executar o experimento 2, ao passo que outros relataram ter dificuldades na compreensão das etapas a serem seguidas ou na própria execução.

Na intenção de manter os estudantes estimulados e aumentar o número de execuções desta investigação, uma adaptação foi feita pelo professor: os alunos foram orientados a manter as duas pontas do clip ou compasso em uma distância fixa de 5mm e a seguir as orientações da tabela abaixo.

Tabela 1 - Registro dos dados do experimento 2

TABELA: DISTÂNCIA DE 5 MILÍMETROS						
	2 PONTAS	2 PONTAS	1 PONTA	2 PONTAS	1 PONTA	1 PONTA
COSTAS						
PONTA DO DEDO INDICADOR						
BRAÇO						

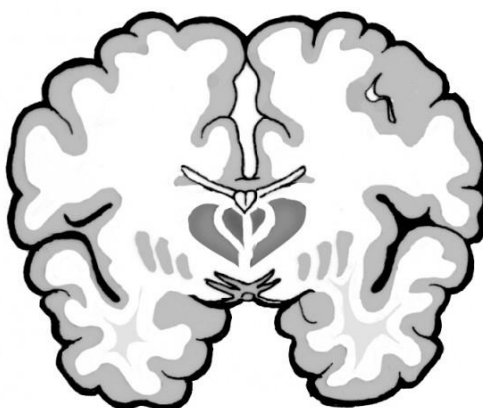
. Fonte: O autor

Essa nova tabela foi apresentada e explicada em outra videoconferência, para que não restasse dúvida por parte dos alunos. De acordo com a tabela e as orientações fornecidas, os estudantes deveriam avaliar a discriminação entre dois pontos nas três partes do corpo indicadas, fazendo o teste seis vezes para cada uma das partes conforme a tabela, podendo usar as duas pontas (as duas extremidades do clip seriam tocadas na pele) ou uma ponta (apenas uma extremidade seria tocada na pele do voluntário). Os alunos mostram-se mais entusiasmados em realizar o experimento com essa nova configuração.

Na intenção de permitir que todos os estudantes fossem capazes de refletir sobre a execução do experimento e analisar os dados obtidos, um questionário foi enviado contendo três resultados para cada um dos dois experimentos, acompanhados de cinco perguntas (APÊNDICE D).

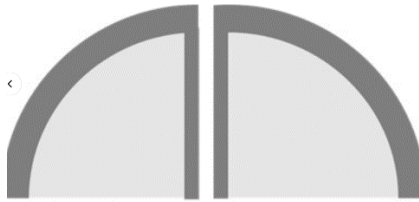
Um desafio foi proposto para os alunos realizarem durante o encontro. Eles deveriam usar o que foi aprendido durante a experimentação e o diálogo para preencher modelos de sensores na pele e topografia do córtex sensorial. Para isso, o professor apresentou uma imagem representativa de uma secção coronal do cérebro que evidencia o córtex (figura 5) e fez uma explicação atrelada ao questionamento de qual parte do modelo genérico da via sensorial construída na Atividade Investigativa 01 corresponde ao córtex. Os alunos foram orientados a desenhar no caderno a imagem da figura 6, que é uma representação simplificada da figura 5, para então usar caneta ou lápis de cor para evidenciar o tamanho da região do córtex responsável pelo processamento de cada uma das partes do corpo abordadas no experimento 2. O desafio também incluiu desenhar uma figura representativa da distribuição dos receptores em duas regiões do corpo (ponta do dedo indicador e costas).

Figura 5 - Representação de corte coronal do cérebro



Fonte: <https://canal.cecierj.edu.br/recurso/514>

Figura 6 - Imagem simplificada representando um corte coronal do cérebro

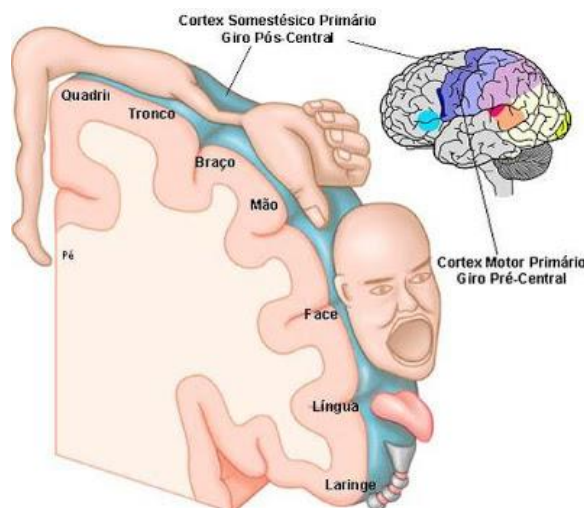


Fonte: O autor

Os conhecimentos apresentados pelos estudantes ao propor esses modelos foram construídos pela análise individual e depois coletiva das tabelas e questionários obtidas durante a fase de experimentação. Perguntas feitas pelo professor durante a videoconferência também buscaram provocar nos alunos a necessidade de pensar mais antes de elaborar os modelos.

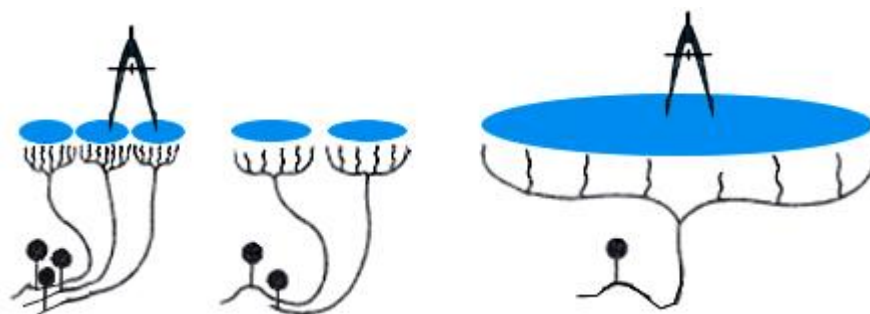
Depois de todos terem concluído o desafio, o professor apresentou as figuras do “Homúnculo sensorial” (figura 7) e da distribuição de receptores nas três regiões da pele consideradas (figura 8). Esse confronto entre o que os alunos produziram e o que era validado cientificamente possibilitou a ressignificação do que foi aprendido anteriormente. Também foi feita a explicação pelo professor de mais detalhes sobre a fisiologia do tato.

Figura 7 - Representação de uma região do cérebro na qual é observado o córtex somatossensorial primário



Fonte: <http://papodefisioterapeutas.blogspot.com/2016/04/cortex-somatossensorial-primario-s1.html>

Figura 8 - Ilustração da distribuição dos receptores em duas regiões distintas da pele



Fonte:

https://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/2_qualidade_vida_humana/Museu2_qualidade_corpo_sensorial_somestesia1.htm

Descrição da Atividade Investigativa 03: O que eu percebo é confiável?

Na primeira etapa dessa investigação foi realizado um encontro remoto síncrono no qual o problema título dessa atividade foi apresentado aos alunos para que estes tivessem a oportunidade de se expressar por meio dos seus conhecimentos. As incertezas e curiosidades dessa discussão deram condições para a apresentação do roteiro referente ao experimento “percepção da temperatura”.

A segunda etapa correspondeu à execução do experimento cujo roteiro, que foi enviado aos alunos, é apresentando abaixo.

ROTEIRO: experimento “percepção da temperatura”.

Você deverá conduzir esse experimento em sua própria casa sob a observação de um adulto. Inicialmente, escolha três recipientes para preencher com água e que caibam a mão aberta dentro. Em seguida, coloque água em diferentes temperaturas em cada um dos três recipientes e marcá-los, de acordo com a seguinte instrução:

- Recipiente A: água morna, ou seja, que não cause incômodos ou queimaduras na pele.
- Recipiente B: água fria, mas não próxima à temperatura de congelamento.
- Recipiente C: água em temperatura ambiente.

Etapa 1: Você deverá colocar a mão esquerda por 30 segundos dentro do recipiente A. Logo em seguida, essa mesma mão deverá ser colocada dentro do recipiente C.

Etapa 2: Coloque a mão direita por 30 segundos dentro do recipiente B. Logo em seguida, essa mesma mão tem que ser mergulhada dentro do recipiente C.

Após cada uma dessas duas etapas, registre sua percepção de temperatura da água do recipiente C por meio da marcação em uma escala de “1 a 5” que apresenta diferentes gradações de percepção térmica, sendo “1” muito frio e “5” muito quente.

Assista ao vídeo do link a seguir para ter uma melhor compreensão de como o experimento deve ser realizado: <https://youtu.be/uANJu7dr1j4>

Após a realização do experimento, responda às perguntas abaixo.

- 1- A percepção da temperatura da água do recipiente C foi a mesma para as duas mãos?
- 2- Descreva o que aconteceu de diferente ou de surpreendente durante a experimentação. Além disso, elabore uma SUPosição para explicar esse fenômeno que você observou. Lembre-se que não é necessário ter uma resposta certa, o mais importante é que você raciocine para sua elaboração.

Na terceira etapa, por meio do encontro remoto síncrono, se deu a problematização do que foi observado durante a investigação. As perguntas do roteiro foram lembradas para que todos os alunos apresentassem suas ideias. O professor trouxe outros questionamentos que envolveram a adaptação sensorial, como por exemplo, perguntar o que aconteceria se permanecêssemos em um ambiente com cheiro forte por muito tempo. Nesse momento os alunos puderam rever suas hipóteses e apresentá-las à turma.

Na sequência, o professor fez uma explicação sobre o conteúdo “adaptação sensorial” e a última pergunta da atividade foi feita oralmente: medições em experimentos científicos podem ser feitas usando apenas os sentidos? O professor conduziu o diálogo para alertar da importância da utilização de instrumentos e ferramentas na prática científica e de que a percepção que temos do mundo por meio dos sentidos pode não ter total correspondência com a concretude da realidade.

Descrição da Atividade Investigativa 04: Para que duas orelhas?

Primeira etapa: para estimular a curiosidade e criar um ambiente favorável à apresentação de ideias, ocorreu a apresentação de imagens em movimento (GIF) representativas da captação, propagação e transdução da onda sonora dentro das estruturas internas da orelha. Dessa forma, o

professor pôde explicar alguns aspectos da morfologia e fisiologia auditiva à medida que os alunos seguiam apresentando suas versões sobre o que era observado.

O modelo de via sensorial produzido na Atividade Investigativa 01 foi apresentado para que os estudantes pudessem relacioná-lo com a via auditiva. Ao perceber que o ambiente estava impregnado pela curiosidade e busca de conhecimento por parte dos estudantes, o professor apresentou o problema título dessa atividade e estimulou-os a realizar uma investigação capaz de trazer respostas com respaldo científico.

Segunda etapa: realização do experimento com base no roteiro apresentando abaixo.

Roteiro: experimento “Para que duas orelhas?”

Para planejar e desenvolver sua investigação, bem como analisar o que foi observado, oriente-se pelas seguintes etapas:

- 1- HIPÓTESES – Elabore as hipóteses, ou seja, as possíveis respostas que possam ser confirmadas mediante investigação.
- 2- EXPERIMENTAÇÃO – Para essa etapa, você precisará da participação de um voluntário. Peça a esta pessoa que se sente em uma cadeira e feche os olhos. Mantendo o voluntário dessa forma, com os dois olhos fechados, você deverá posicionar suas mãos e bater palmas nas seguintes posições relativas ao corpo do voluntário: em frente dele, atrás dele, do lado esquerdo, do lado direito, em cima da cabeça e embaixo da cadeira. É interessante que você não bata palmas apenas uma vez em cada posição, então procure criar uma sequência que inclua produzir o som e perguntar duas vezes seguidas na mesma posição ou retornar à essa posição após passar por outras, como por exemplo na seguinte sequência: lado direito, embaixo, lado esquerdo, lado esquerdo, de frente, lado direito, em cima, atrás. Essa lógica dificulta a tentativa do voluntário de prever qual será a próxima posição em que você produzirá o som.

Para cada vez que bater palmas em uma das posições citadas acima, você deverá perguntar ao voluntário em que posição foi batida as palmas, ou seja, de qual direção veio o som. Em seguida repita toda a sequência de eventos da experimentação, só que desta vez oriente o voluntário a usar um dedo da mão para tapar o meato externo da orelha direita de

forma a impedir a entrada de som por essa orelha. Esse experimento ainda deverá ser realizado mais uma vez, agora com o meato da outra orelha (a esquerda) tapado.

É muito importante que o voluntário permaneça com a cabeça parada durante essa experimentação, então você deve estar atento para que ele ou ela, na intenção de acertar a sua pergunta, movimente a cabeça para os lados, para baixo ou para cima, mas isso não poderá ocorrer pois irá interferir nos resultados.

Todas as repostas do voluntário para as perguntas feitas por você devem ser registradas para depois serem analisadas. Considere o que você aprendeu nas investigações anteriores sobre organização de dados e informações e crie uma tabela no seu caderno para registrar as observações do experimento.

Os vídeos contêm uma explicação e uma representação de como o experimento deve ser executado.

- <https://youtu.be/hjPS5I7Z1Zw>
- <https://youtu.be/UNV0td6fJBA>

Terceira etapa: as tabelas produzidas pelos estudantes foram apresentadas para toda a turma, viabilizando a retomada da problematização e a análise coletiva dos dados. O professor orientou os alunos para apresentarem uma conclusão respondendo à pergunta elaborada durante a aula anterior. Também foi solicitada a elaboração de uma justificativa que servisse como garantia para o que foi afirmado na conclusão.

Na sequência o professor questionou sobre a importância dos registros obtidos para a elaboração da conclusão. Nesse contexto, o professor direcionou a discussão para construir o conceito de evidência e de como estas são utilizadas na Ciência para justificar uma afirmação. Também fez a seguinte pergunta: Por que os experimentos foram realizados mantendo o voluntário com os olhos fechados?

A partir das respostas dos alunos teve vez uma explicação, por parte do docente, do conceito de variáveis e de como o seu controle é importante na investigação científica. Para estimular mais um momento de reflexão sobre as conclusões apresentadas pelos alunos, o professor trouxe o exemplo dos morcegos, explicando que eles apresentam baixa capacidade visual e indagando sobre a importância da audição para a localização espacial por parte desses animais.

Após toda essa comunicação e reflexão, uma síntese foi apresentada pelo professor, explicando como a captação do som pelas duas orelhas permite avaliar a localização da fonte sonora e como esse fenômeno é mais evidente no morcego.

Descrição da Atividade Investigativa 05: Relação entre olfato e paladar: o que a ciência diz?

Primeira etapa: O professor apresentou imagens de situações do cotidiano que envolviam usar o paladar e o olfato, esclarecendo alguns conceitos básicos e desafiando os alunos a apontar quais partes dessas duas vias sensoriais correspondem a cada um dos componentes do modelo de via sensorial produzido durante a Atividade Investigativa 01.

Dando continuidade, o professor indagou os alunos sobre uma possível relação entre olfato e paladar, oportunizando a expressão de ideias por parte de todos. Foi nesse momento de interesse que o professor os estimulou a investigar sobre o assunto por meio da leitura de um artigo científico que trata sobre a interdependência sensorial entre olfato e paladar. Esse artigo foi apresentado aos alunos como “um texto”, pois sua caracterização como científico foi discutida posteriormente.

Segunda etapa: leitura do texto e resolução dos questionamentos, ambos presentes no roteiro abaixo.

ROTEIRO: Relação entre olfato e paladar

Leia o texto indicado (ANEXO 1) com bastante calma para que tenha uma boa compreensão.

As perguntas e orientações abaixo irão lhe auxiliar a explorar e pensar sobre o texto.

- 1- Você considera o texto como sendo de origem científica?
- 2- Selecione e altere para a cor vermelha as palavras, frases ou partes do texto que você entende como sendo provas de que o texto é científico. Em seguida envie o arquivo do texto com as alterações para o professor.
- 3- O conhecimento apresentado no texto foi produzido por apenas uma pessoa ou envolveu a colaboração de várias? Explique o que você observou para elaborar a sua resposta.
- 4- Copie o parágrafo do texto em que são apresentadas as hipóteses.
- 5- Leia mais uma vez a parte de RESULTADOS do texto, analise bem o gráfico da figura 1 e então responda: Em qual das três condições os voluntários obtiveram menos acertos em relação ao sabor do suco?

Terceira etapa: As perguntas do roteiro foram apresentadas no intuito de que a diálogo entre os alunos mediado pelo professor promovesse a construção de novos entendimentos. Em vez de apenas apontar possíveis erros dos alunos, o professor favoreceu a aprendizagem a partir de perguntas ou dicas, como por exemplo ao afirmar: “sua resposta foi interessante e você seguiu um

raciocínio coerente, mas vamos observar essa frase do texto...”. Essa etapa também incluiu a apresentação, por parte do professor, de uma síntese explicativa da relação entre olfato e paladar.

Descrição da Atividade Investigativa 06: “O que eu vejo ao meu redor?”

No caso dessa atividade, apenas a primeira etapa foi realizada via encontro remoto síncrono. As duas etapas seguintes foram realizadas presencialmente na escola.

Primeira etapa: No início da aula foi realizada uma explicação sobre tipos de receptores da retina, acomodação visual, visão central e periférica. Na sequência, o professor levantou a seguinte questão: Existem diferenças entre esses dois tipos de visão? Como podemos investigar sobre isso? O professor fez o convite e os discentes concordaram em se envolver na investigação, a qual foi realizada na escola, tendo em vista o retorno das aulas presenciais nas instituições de ensino da cidade.

Nesse dia, os assuntos discutidos na aula remota foram retomados com o intuito de fornecer aos que estiveram ausentes as mesmas possibilidades de aprendizagem. Passado esse momento, o professor estimulou os alunos a relacionar a luz, estruturas do olho e o cérebro com os componentes da via sensorial. Outra tarefa consistiu em sequenciar as etapas de uma pesquisa científica (questionamento, levantamento das hipóteses, experimentação, interpretação de dados e conclusão) colocadas em ordem aleatória no quadro pelo docente.

Depois que todos procederam o encadeamento, a solicitação do professor foi para que todos elaborassem uma hipótese sobre as diferenças de capacidade visual existentes entre visão central e periférica. Nessa hipótese eles deveriam considerar quatro atributos da visão anteriormente explicados: cor, forma, movimento e intensidade luminosa, pois esses conceitos foram tema de estudo anteriormente.

Por meio da cooperação entre professor e alunos, alguns aspectos da estruturação do experimento foram discutidos, incluindo a seleção do material e de como estes deveriam ser manipulados, a orientação fornecida aos voluntários, os métodos para organização e apresentação de dados. A perspectiva adotada foi a de fomentar o máximo de autonomia dos estudantes para essa etapa, dando-lhes oportunidade de selecionar os conhecimentos e exercitar as competências adequadas para aquela pesquisa, todavia mantendo o cuidado para que a falta de alguns saberes e estratégias de ação não resultassem em falta de interesse ou sensação de incapacidade.

As perguntas feitas pelo professor foram fundamentais para estimular e direcionar o raciocínio dos estudantes na busca por ideias que auxiliassem nessa estruturação do experimento. Portanto, as seguintes indagações foram postas:

- Como o voluntário deverá se posicionar durante a experimentação?
- Que tipos de objetos deveremos usar para avaliar a diferenças entre visão central e periférica?
- É importante que os objetos tenham formatos e cores diferentes?

Para dar mais condições aos alunos de planejar um experimento viável e capaz de fornecer dados seguros, dois vídeos foram apresentados, ambos contendo uma proposta de como investigar esses aspectos da visão. Apesar de os interlocutores do vídeo se comunicarem por meio da língua inglesa, as configurações permitem acrescentar legendas em português. Após essa apreciação, os alunos puderam incorporar ou adaptar algumas das estratégias observadas em seus experimentos.

Vídeo 1: https://www.youtube.com/watch?v=Gb6Q9_em-XY

Vídeo 2: <https://www.youtube.com/watch?v=YjsGvu74dAI>

Segunda etapa: execução do experimento. O professor teve pouca interferência nessa etapa, com a intenção de fornecer maior grau de liberdade intelectual para os estudantes.

Terceira etapa: quatro desafios foram propostos para os alunos.

1. Associar os componentes do sistema visual com os elementos da via sensorial que vem sendo usado desde a primeira SEI.
2. Encadear as etapas da investigação científica que foram escritas em ordem aleatória pelo professor no quadro branco.
3. Elaborar uma hipótese sobre as diferenças entre visão central e periférica.
4. Após o professor usar uma figura para explicar que a luz emitida pelo objeto para o qual estamos com a visão direcionada atingirá a região central da retina, enquanto a luz emitida pelo entorno atingirá as regiões periféricas. Partindo dessa premissa e dos conhecimentos construídos na atividade anterior, os alunos foram orientados a construir um modelo de distribuição de cones e bastonetes na retina. Para isso, desenharam um círculo em uma folha de papel e então usar duas canetas ou lápis de cor com cores diferentes, uma representando os cones e outra os bastonetes, para preencher o círculo na folha de papel.

Uma vez tendo sido realizadas essas tarefas, o docente usou os dados coletados pelos alunos como exemplo para discutir sobre como afirmações científicas são apoiadas por dados e raciocínio

na ciência. Além disso, houve espaço para uma apresentação, por parte do professor, de uma síntese sobre os conteúdos investigados. Também apresentou modelos de distribuição dos receptores da retina que constam na literatura, permitindo o confronto.

4 RESULTADOS

Os resultados serão apresentados em relação a cada uma das atividades investigativas e irão utilizar alguns diálogos transcritos representativos de nossas interpretações. Nessas passagens, a fala dos discentes serão iniciadas pela letra “A” e um número representativo do discente (específico para cada um deles). As falas do docente serão precedidas pela letra “D”.

ATIVIDADE INVESTIGATIVA 1

Abordagem inicial:

D: Aqui do lado direito, nós temos esse ambiente de semiárido, quase deserto, caatinga, a sensação que predomina aqui é qual?

A12: calor.

A9: no meu caso é de calor e saudade né professor, porque como eu vim do semi-árido eu tenho um pouco de saudade de lá.

A20: é de tardezinha a imagem aí.

D: [...]constroem lá naquela região do Alasca extremamente frio, se estamos todos nós lá nesse lugar agora o que que a gente sente, qual é a sensação?

A20: frio

A12: frio

A9: frio

D: Por exemplo quando eu coloco uma imagem como essa daqui da lua, será que todo mundo enxerga a mesma coisa, todo mundo sente a mesma coisa, O que vocês acham?

A3: enxerga...

A1: eu acho que enxerga a mesma coisa

A5: todo mundo enxerga a mesma coisa, agora o que sente não

A3: a gente tem um tema pra dizer o que a gente sente, só que o que a gente realmente sente varia de pessoa para pessoa.

D: [...]no volante, lá, uma pessoa aperta aquela buzina. Que tipo de sensação causa o que é que chega até a gente?

A17: desespero.

D: O que mais?

A12: atenção.

A20: medo de ser atropelado.

A exposição de imagens (Figuras 1 e 2) foi seguida por momentos de bastante diálogo. Quando perguntados sobre qual sensação ou percepção ocorriam após a observação das imagens, os relatos envolveram um componente de emoção. A3 e A5 explicaram que nem toda informação que chega aos nossos sentidos é percebido da mesma maneira.

D: Isso, tem gente que sente mais, tem gente que sente menos, justamente é por isso que eu apresento essa imagem a vocês

A4: dois rostos e uma taça

D: Justamente, a gente tem essa possibilidade, vocês estão...

Vários alunos falaram ao mesmo tempo

A5: É. Uma taça e depois dois rostos

A4: eu vejo primeiro dois rostos, quando eu olho pra o branco e quando eu olho pra o preto eu vejo a taça

D: Todo mundo enxerga dessa forma?

Vários alunos falaram ao mesmo tempo

A5: quando eu olho pra o branco eu vejo a taça e quando eu olho pra o preto eu vejo duas pessoas

Vários alunos falaram ao mesmo tempo

A4: ... um destaca o outro. O preto destaca o branco e o branco destaca o preto

D: [...]nesse caso por que toda vez que a gente olha a gente acha que esse quadradinho menor ele é mais claro do que esse outro menor do lado direito?

A9: eu acho que é porque o quadradinho grande é escuro aí dá a entender que o de dentro é mais claro

D: todo mundo concorda? Vocês acham interessante essa ideia?

A12: tô compreendendo, tô concordando

A19: é, concordo

D: [...]duas pessoas sofrem a mesma pancada com a mesma intensidade as duas vão relatar que estão com a mesma intensidade de dor ou será que vai ser diferente?

A17: diferente

A9: diferente

A12: diferente

A19: acho que diferente

A5: um rosto e um cara tocando saxofone

A3: o rosto eu só vi depois que ele falou agora

A4: eu também, o cara com o saxofone eu só vi depois que ele falou

É, as vezes...

A3: o saxofone quando eu bati o olho eu vi, mas o rosto só vi depois

A5: ...um saxofone e um rosto

A2: eu não tinha visto ainda não

A4: um rosto? Calma aí. Aí é um rosto, não tinha visto ainda não

A partir da apreciação de imagens de “figura-fundo” (Figura 2) e de ilusões de óptica (Figura 3), houve a possibilidade de entender que a nossa percepção da realidade era influenciada por vários fatores. Nossa compreensão é de que essa aprendizagem não foi consequência da explicação do professor, tendo sido resultado da percepção por eles de que as várias hipóteses levantadas por diversos alunos faziam sentido.

D: Alguém poderia ir agora lá no grupo olhar a foto do print que A6 fez de mim e postou no grupo?

A6: trocou a camisa

A3: a moleque espertinho

A4: risos

A1: meu Deus, agora que eu vi

A2: risos. O professor é esperto viu

A9: ôxente, trocou de camisa

A20: *pode crer.*
D: *exatamente mais alguma coisa mudou?*
A9: *penteou os cabelos*
D: *Não*
D: *No ambiente, o que será que mudou mais?*
A9: *eu acho que tá mais claro não?*

Através dessa simples dinâmica, o professor pode demonstrar aos alunos que nem toda informação sensorial resulta em uma percepção consciente. Na sequência da atividade, chegou o momento para a construção da via sensorial (Figura 9).

O sensor vai corresponder a qual desses elementos aqui qual desses quatro dentro desse quadradinho que eu tô destacando (na figura 9)?
A6: *condução do sinal?*
A5: *condução do sinal*
A3: *receptor*
A6: *condução do sinal, não?*
A3: *receptor, não?*
Os fios de transmissão seriam qual ?
A4: *processamento*
A3: *condução do sinal*
A5: *condução do sinal, conduzir o sinal pra central de processamento*
E a central de processamento seria qual?
A3: *processamento*
A2: *processamento*

[...]esse estímulo, ele é percebido por quem no nosso corpo? qual desses aqui?
A13: *pela condução do sinal?*
Será que é a condução do sinal?[...]que a condução do sinal já é o que vai levar...
A9: *o receptor, professor?*
Exatamente, o receptor. E em seguida do receptor vai vir justamente o que nosso colega falou que será qual em seguida do receptor?
A9: *condução do sinal*
Condução do sinal. Eu vou colocar só condução (na figura 9) para facilitar certo então tem um estímulo receptor e a condução para finalmente acontecer o quê?
A9: *o processamento?*

Figura 9 - À esquerda, elementos usados pelos alunos para construir o modelo de via sensorial apresentado à direita



Fonte: produção dos alunos (2021).

Pela analogia com um sistema tecnológico de detecção de movimentos, um modelo genérico de via sensorial foi construído com a colaboração dos alunos.

ATIVIDADE INVESTIGATIVA 2

A realização dos dois experimentos foi considerada satisfatória quando os dados coletados mostram um maior número de acertos dos objetos colocado para ser identificado pelas mãos (no caso do experimento 1) e pela ponta do dedo indicador (no caso do experimento 2).

Para o experimento 1, todos os seis estudantes obtiveram dados que mostravam as mãos como sendo a parte do corpo com maior número de acertos. Abaixo está uma tabela enviada por um estudante.

Figura 10 - Registro dos dados coletados por um estudante para o experimento 1

	COSTAS	BRAÇO	PERNA	PÉ	MÃOS
UNHA		BORRACHA	LAVA	CORRETIVO	CORRETIVO
CORRETIVO					
CHAVE	UNHA	ESCUVA	LAPIS	prego	PONTAFUSO
PONTAFUSO					

Fonte: produção do aluno (2021)

Para o experimento 2, seis alunos coletaram dados que apontavam um maior número de acertos para a ponta do dedo indicador (Figura 11 como exemplo), enquanto cinco alunos coletaram dados que não permitem chegar a essa conclusão (Figura 12 como exemplo).

Figura 11 - Registro dos dados coletados por um estudante para o experimento 2

	2	2	1	2	1	1
	PONTAS	PONTAS	PONTA	PONTAS	PONTA	PONTA
COSTAS	1	1	1	1	1	1
	PONTA	PONTA	PONTA	PONTA	PONTA	PONTA
PONTA DO	2	2	1	2	1	1
DEDO INDICADOR	PONTAS	PONTAS	PONTA	PONTAS	PONTA	PONTA
BRAÇO	1	2	1	1	1	1
	PONTA	PONTAS	PONTA	PONTA	PONTA	PONTA

Fonte: produção do aluno (2021)

Figura 12 - Registro dos dados coletados por um estudante para o experimento 2

TABELA: DISTÂNCIA DE 5 MILÍMETROS						
	2 PONTAS	2 PONTAS	1 PONTA	2 PONTAS	1 PONTA	1 PONTA
COSTAS	1	1	1	1	1	1
PONTA DO DEDO INDICADOR	1	2	2	2	2	1
BRAÇO	2	1	1	2	1	1

Fonte: produção do aluno (2021).

Quatorze alunos enviaram para o professor o arquivo contendo as respostas do questionário. No experimento 1, na primeira pergunta, 11 alunos responderam que a quantidade de acertos não foi igual para todas as partes do corpo e apresentaram alguma justificativa, enquanto três alunos não apresentaram qualquer resposta. Já com relação à segunda pergunta, 10 alunos apresentaram resposta, afirmando que a tabela ajudou, sendo “organização” e “fácil” as duas palavras mais presentes nas justificativas.

No que diz respeito às questões sobre o experimento 2, para a primeira pergunta, 13 alunos elaboraram uma resposta. Com maior frequência, surgiram as palavras: fácil, facilidade e importante. Destas 13 respostas, duas enfatizavam que os instrumentos eram indispensáveis.

Para a segunda pergunta, apenas um aluno não produziu resposta, ao passo que outros quatro produziram respostas com explicações causais ou exemplificações de partes do corpo que, embora corretas, não foram solicitadas no enunciado da questão. No total, nove alunos expuseram pensamentos concordantes com o conhecimento científico, exemplificados nos registros a seguir:

A1: Porque em algumas partes do corpo a gente sente melhor o toque de alguma coisa na nossa pele.

A16: Porque é uma região mais fácil de sentir ou saber o objeto.

Na terceira questão, as afirmações dos estudantes foram classificadas em cinco categorias (Quadro 2). Dois aspectos são interessantes de observar: um é a opção da maioria dos estudantes em utilizar a palavra sensor ao invés da palavra receptor, fato que pode estar relacionado com o termo já fazer parte do vocabulário deles e já ser empregado em outros contextos; o segundo diz respeito a nenhum estudante considerar as regiões de processamento (cérebro) como implicadas na situação investigada.

Quadro 2 - Categorias das respostas dos estudantes para a questão “O que você acha que causa essa diferença de percepção entre as várias partes do corpo? (reflita a partir do modelo das vias sensoriais construído em nosso último encontro síncrono)”

Categorias	Unidades de registro	Nº de estudantes
Atributo da pele	A18: Eu acho que depende da textura e estado da pele a qual foi tocado.	3
Atributo de sensores/receptores	A8: Nosso sensor de identificar é mais “forte” em algumas partes do corpo.	5
Número de sensores/receptores	A15: creio que, pelo fato da pele ter vários sensores de percepção, algo com certeza pode mudar em cada região do corpo, devido o tamanho do sensor, por causa da pele. então, isso pode causar um toque diferente em devida região do corpo.	3
Resposta sem sentido	A16: Eu acho que as partes do corpo mais fáceis de sentir o objeto é o pé a mão e o braço.	1
Não respondeu		2

Na terceira etapa da atividade investigativa, no encontro remoto síncrono, as perguntas do roteiro foram consideradas novamente junto com pequenas explicações do professor, assim o tema permaneceu desafiador e estimulante. A construção coletiva de novo conhecimento a partir das dicas do professor e da colaboração dos alunos possibilitou um entendimento dos fenômenos mais próximo daquele apresentado pelos cientistas.

D:[...]tem uma parte do corpo que vocês observaram que o número de acertos é maior?

Quem aí pode dizer?

A4: acho que foi no pé, o pé e os dedos da mão

A1: eu achei a mão e o braço

D:Quem mais achou essa região? Concorda ou acha outra região diferente?

A18: o braço, o braço

D:A gente pode fazer o seguinte, pode ir analisando tabela por tabela...

D:Vamos olhar aqui. Essa parece que tá um empate também.

A4: não a ponta do dedo ganhou também

D: É. Qual foi o que errou mais?

A8: costas

A5: tá empatado entre a ponta do dedo e o braço

I4: tá empatado entre as costas e o braço

D: Realmente tá empatado mesmo

D: Se fosse pra fazer assim no fim das contas, analisando as 3 tabelas, se fosse pra dizer considerando o que vocês fizeram em casa, qual é a parte que vocês acham que mais acerta?

A5: o dedo

A4: a ponta do dedo

A3: a ponta do dedo

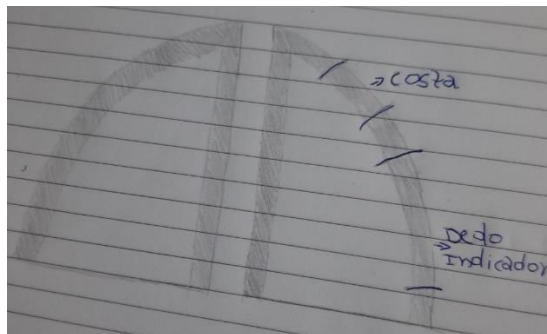
A1: ponta do dedo

D: Exatamente pessoal, muito bem! Eu concordo totalmente com vocês.

Por meio da leitura dos recortes fica perceptível a dificuldade de alguns estudantes em elaborar uma resposta coerente com base na análise das tabelas. Após a discussão entre professores e alunos, as opiniões convergiram para o entendimento correto.

Todos os 20 alunos que participaram dessa aula por videoconferência enviaram as fotos dos desenhos, que elaboravam um modelo de topografia do córtex sensorial, para o professor de forma privada. Destes, 16 fizeram modelos que estavam de acordo com o conhecimento científico atual, no qual a região do córtex sensorial responsável pelo processamento da informação que vem da ponta do dedo indicador é maior do que a região responsável pelo processamento dos estímulos oriundos das costas(Figura 13).

Figura 13 - Modelo do córtex sensorial produzido por aluno



Fonte: produção do aluno (2021).

No que se refere ao desafio de desenhar modelos representativos da distribuição dos receptores na pele, todos os 16 alunos que participaram desse momento enviaram suas produções para o professor e todas estavam de acordo com o conhecimento científico vigente, mostrando uma maior densidade de receptores na pele da ponta do dedo em comparação com a pele das costas. Uma dessas imagens é mostrada a seguir.

Figura 14 - Modelo de distribuição de receptores em duas regiões da pele

Fonte: produção do aluno (2021).

Os conhecimentos apresentados pelos estudantes ao propor esses modelos foram construídos pela análise individual e depois coletiva das tabelas e questionários obtidas durante a fase de experimentação. Perguntas feitas pelo professor durante a videoconferência também podem ter provocado nos alunos a necessidade de pensar mais antes de elaborar os modelos.

Quadro 3 - Conhecimentos e competências apresentados na matriz do PISA como indicadores do letramento científico e que foram desenvolvidos nesta atividade investigativa. Para cada indicador são apresentadas as tarefas específicas correlacionadas.

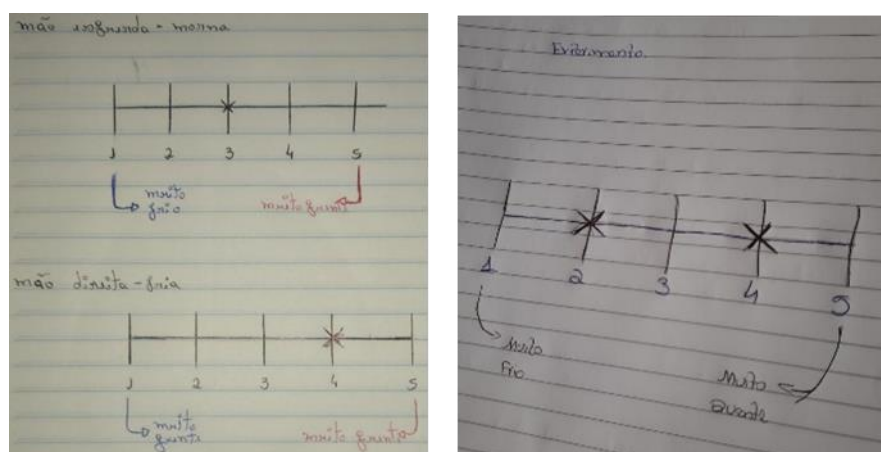
Conhecimentos		Atividades
1.2	Formas de avaliar e minimizar incertezas: repetições, medidas médias.	Execução do experimento.
1.3	Ferramentas de representação de dados: gráficos e tabelas.	Execução do experimento, questões 2 e 3.
1.4	Natureza de desenho específicos: observação, busca de padrões, experimentação.	Execução do experimento e questão 1.
2.1	Propósitos e objetivos das observações científicas: produção de explicações do mundo natural.	Questões 4 e 5; modelos do córtex e dos receptores.
2.2	Natureza do raciocínio científico: dedução, indução, inferência, analogias e uso de modelos.	Questões 5; modelos do córtex e dos receptores.
2.3	Como afirmações científicas são apoiadas por dados e raciocínio na ciência.	Questões 5; modelos do córtex e dos receptores.
Competências		Atividades
1.1	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado.	Questões 5; modelos do córtex e dos receptores.
1.2	Identificar, utilizar e gerar modelos explicativos e representações.	Execução do experimento; modelos do córtex e dos receptores.
1.3	Oferecer hipóteses explicativas.	Questão 4.
3.1	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas.	Questão 1.

Fonte: O autor (2022)

ATIVIDADE INVESTIGATIVA 3

O experimento sugerido foi efetuado por 18 alunos. Desses, 10 retornaram para o professor registros organizados do que foi observado (Figura 15), ficando compreensível que a mesma água em temperatura ambiente desencadeou percepções térmicas diferentes para cada uma das mãos. Já os outros oito estudantes enviaram registros ambíguos ou sem sentido, principalmente por não esclarecerem com qual mão determinada temperatura foi percebida. Portanto, para esse experimento, uma grande parte dos discentes apresentou dificuldades com etapas fundamentais do método científico, como a coleta, organização e apresentação dos dados.

Figura 15 - Registros obtidos durante o experimento sobre percepção térmica. As marcações na escala indicam a percepção que os alunos tiveram da temperatura da água.



A atividade pós experimento foi respondida por 16 alunos. Com relação à primeira pergunta, 14 declararam que a percepção da temperatura da água do recipiente C não foi a mesma para as duas mãos. Um aluno considerou que a percepção foi igual, e outro considerou ser “*mais ou menos*”.

Para efeitos de análise, as duas demandas da questão 2 foram tomadas em separado. Todos os 16 alunos relataram os aspectos que lhes pareceram mais interessante ou surpreendentes acerca da experimentação. Dentre esses, 11 julgaram a diferença de percepção térmica entre as duas mãos como o evento mais intrigante, conforme o exemplo a seguir: A19: *Tipo, eu coloquei a mão na água morna daí quando eu coloquei na água normal ficou meio que fria sabe... Já depois com a mão direita na água fria, coloquei na água normal ficou meio que quente. Tipo nada ver ne era pra ser meio que ao contrário né kkkk.*

Apenas cinco estudantes elaboram hipótese para o fenômeno observado. Três delas trataram dos mecanismos de troca de calor entre as superfícies (A10: *Isso acontece porque a mão que colocamos na água fria e depois na água natural ganha calor*; A13: *...acontece um equilíbrio sobre as temperaturas...*; e A14: *A temperatura expande quando está alta...*). As outras duas hipóteses (transcritos de A3 e A6 a seguir) envolveram conhecimentos de fisiologia que foram estudados nas SEI anteriores, os quais surgiram tanto de forma manifesta, com o uso das palavras “sensor” e “sensibilidade” para explicar estruturas e propriedades da pele, quanto de forma latente, pois é possível inferir das hipóteses a compreensão de que a percepção é mais do que a mera sensação dos estímulos ambientais, podendo haver alterações perceptuais a depender da situação.

A3: Isso ocorre pelo fato que nossos sensores de temperatura reagem de acordo com a mudança de temperatura, quanto mais brusca essa mudança mais vai parecer que esquentou muito ou esfriou muito.

A6: na minha opinião acho que de alguma forma o nosso corpo ele acaba se adequando com aquela temperatura que está em contato, e de certa forma fica mais sensível a outras temperaturas. É como se a pessoa estivesse com o corpo muito quente depois de uma aula de educação física e assim que saísse da aula mergulhasse em uma piscina claro que a piscina estaria na temperatura natural mas como o corpo estava muito quente pelos exercícios e a pressão do sangue “quente” meio sensibiliza o nosso corpo e passaria a impressão de estar bem fria, isso vice-versa com ambas temperaturas.

D: Vocês estão vendo as fotos aí da menina cheirando as flores [...] Pessoal vocês acham que com passar do tempo à medida que ela vai cheirando, o tempo vai passando o que é, que vai acontecer?

A14: vai sentir mais fraco

D: Quem mais quer responder? Lembrem pessoal que não existe essa coisa de responder certo ou errado, a gente tá só conversando eu quero escutar a opinião de vocês.

A17: mais fraco

D: Ele começa aí, vamos supor, a trabalhar de 6 horas da manhã quando vai lá 9 horas da manhã, depois de várias horas sentindo aquele cheiro o que é que vocês acham que acontece com ele? Ainda tá sentindo esse cheiro mais forte, ele tá sentindo...

A12: ele acostuma e o cheiro fica mais fraco pra ele

A19: eu acho que pelo tempo que ele ficou assim cheirando ficou mais fraco, sei lá

D: Exatamente, olha A12 falou, A19 falou, duas respostas corretas.

Os recortes mostram outras situações trazidas pelo professor para manter os estudantes dentro do ciclo investigativo, com alguns deles articulando raciocínios que podem ter sido influenciados pelo que foi averiguado na experimentação.

D: Vamos imaginar a seguinte cena: cada um de vocês tá do lado de fora de casa, aquele sol de 12 horas, meio-dia, e aí de repente a gente sai do claro da luz do dia e entra nesse quarto quase escuro como é que a gente vai enxergar esse quarto?

A12: todo escuro tudo...

D: Tudo escuro, mas aí com o passar do tempo, à medida que vai passando assim um minuto, dois minutos, três minutos, o que é que acontece?

A12: ele vai se acostumando vai ficar mais claro

A14: vai se adaptar

A12: se adaptar, isso aí

A14 agora falou uma palavra muito interessante que é a palavra adaptação. Adaptação é sinônimo de se acostumar.

Nesse momento, o professor estava apresentando diferentes exemplos de situações em que ocorria o fenômeno da adaptação sensorial, sem que este termo tenha sido apresentado ou explicado. A intenção era propiciar, a aqueles alunos que não elaboraram hipóteses no questionário do roteiro, mais uma oportunidade de fazê-la. Para aqueles que já haviam apresentado hipóteses, seria possível revê-las. Os dois estudantes do quadro estavam entre os que não criaram hipóteses nos questionários, mas, dessa vez, surgiram com ideias que convergiram ao conhecimento atual.

D: Vocês acham que é no receptor, é na condução ou é no processamento que acontece essa adaptação?

A12: Na condução professor? Não, péra!

D: Não se preocupe nessa questão de querer responder pra acertar, eu também tô pensando aqui junto com vocês. Qual será dessas partes que vai se acostumando assim porque a pessoa tá lá, a pessoa toca lá na pedra de gelo...

A12: é, pronto, aí toca e tem o impacto né do gelado.

D: Isso, aí o receptor sente, aí o receptor manda um sinal que corre pelos neurônios que é esse nervo. Ele tem essa fibra que vai por aqui até chegar no cérebro.

A12: então é o cérebro professor, é o processamento

A14: Mas é a mão que vai tá no costume no frio

A13: é, no receptor

A12: é

D: É um bom aspecto né para a gente ir para a gente discutir

D: O fato de se acostumar, vocês acham que quem se acostuma é quem vocês acham, que o receptor, que é na fase da condução ou que é no processamento? O que é que vocês acham turma?

A18: receptor ele se adapta à condição do Gelo eu acho... à temperatura eu acho

D: Exatamente o que é justamente isso vamos tentar aqui. Analisem as imagens que eu trouxe aqui para vocês[...]o que é que a gente tem na pele? Vocês acham que têm um receptor, a condução ou processamento? O que é que vocês acham turma?

Silêncio

D: Turma? Só estou esperando a resposta de vocês. Vocês sabem responder isso.

A13: receptor

Os alunos puderam discutir junto ao professor qual componente da via sensorial estava sujeito a esse processo de adaptação. Quatro estudantes apontaram corretamente o receptor como a estrutura que se adapta. Com relação ao aluno que apresentou o cérebro como resposta, este fez uma ponderação coerente com o que vinha sendo estudado, pois evidenciou que o cérebro tinha sua importância no processamento daquilo que é sentido. Também foi notória a opção de muitos estudantes em não participar da aula com perguntas ou respostas, resultando em momentos de silêncio. Ficou evidente a intenção do professor em não encerrar a discussão quando o primeiro aluno trouxe a resposta desejada, assim outros poderiam se manifestar com suas concepções.

A14: isso acontece também quando vai andando descalço?

D: Acontece. Vamos imaginar, por exemplo, que você tem aquele chão de brita, aquelas pedrinhas. Aí você pega seu pé, você pisa ali na brita e deixa seu pé parado. Você não pode mexer não. Aí, o que é que você acha que vai acontecer, a medida que o tempo vai passar?

A14: o frio que tá embaixo

D: Isso, mas com o passar do tempo, aquela pontas da pedra tocando na sua pele, você vai sentir cada vez mais ou cada vez menos?

A14: eu acho cada vez menos

D: Será que isso acontece com a audição? Essa coisa assim de você tá escutando um som e, de repente, você se acostumar com aquele som?

A3: professor eu fui na fábrica de produto de coco. Uma barulheira infernal. Não dá para escutar nada. Só que era o mesmo barulho constantemente. Só que os caras conversavam entre si como se não fosse nada, se escutando e eu sem entender ... nenhuma. Eu, oxi?!

D: Exatamente A3, você falou uma coisa que foi fundamental

Nos transcritos estão exemplos de instantes em que os alunos demonstraram interesse, indo além de apenas responder ao que era perguntado, para fazer perguntas e expor relatos de situações cotidianas relacionadas ao tema em debate.

D: Aí é o famoso júri né? [...]mas, as vezes, tem muita gente que contesta esses julgamentos, porque a testemunha tá falando com base na percepção dela e, baseado no que a gente discutiu, o que a gente percebe? É sempre igualzinho ao que é a realidade, o que é a verdade?

A12: não

A14: não

D: [...]Dá para gente confiar no que essa pessoa tá dizendo ou depende do ponto de vista da percepção?

A12: depende do ponto de vista

D: Depende da percepção, porque se uma sala é quase escura para uma pessoa, para outra já pode deixar mais claro[...]

D: Seria correto eles pegarem os voluntários, que vão tomar esse remédio, saber se a febre passou, eles avaliarem se a pessoa tá com febre colocando sua mão na testa da pessoa? O que é que vocês acham?

A1: não

D: Exatamente! melhor do que colocar a mão seria fazer o quê, por exemplo? Usar o que?

A4: usar o termômetro

Ao responder aos questionamentos do professor, os alunos não só reiteraram a compreensão do caráter subjetivo da percepção humana, mas usaram esse conhecimento para se posicionar criticamente. Também valorizaram o uso de instrumentos na atividade científica.

Quadro 4 - Conhecimentos e competências apresentados na matriz do PISA como indicadores do letramento científico e que foram desenvolvidos nesta atividade investigativa. Para cada indicador são apresentadas as tarefas específicas correlacionadas.

Conhecimentos		Atividades
1.3	Ferramentas de representação de dados: gráficos e tabelas.	Realização do experimento.
1.4	Natureza de desenho específicos: observação, busca de padrões, experimentação.	Realização do experimento e questão 1.
2.1	Propósitos e objetivos das observações científicas: produção de explicações do mundo natural.	.Questão 1
2.3	Como afirmações científicas são apoiadas por dados e raciocínio na ciência.	Questão 2
Competências		Atividades
1.2	Identificar, utilizar e gerar modelos explicativos e representações.	Realização do experimento
1.3	Oferecer hipóteses explicativas.	Questão 2
3.1	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas.	Questão 1

Fonte: O autor (2021)

ATIVIDADE INVESTIGATIVA 4

O experimento foi realizado por 13 estudantes, dos quais 10 atenderam às recomendações do professor e organizaram os dados coletados de forma clara, organizada e compreensível em tabelas ou esquemas, com uso de símbolos, como setas, para evidenciar as relações (exemplo na Figura 16). Além disso, apontaram quais variáveis foram controladas ao discriminarem em qual etapa as orelhas estavam tapadas. Desses 10, observou-se que dois não procederam o mesmo número de repetições para cada uma das três situações avaliadas, o que implicava na necessidade de comparar os acertos de forma relativa e não absoluta.

Figura 16 - Registro feito por um aluno durante a realização do experimento. Para cada posição relativa ao corpo do voluntário em que o som teve origem, foram anotadas as suas percepções nas três condições: as duas orelhas tapadas, apenas a orelha esquerda tapada

	lado direito	lado esquerdo	lado direito	lado esquerdo	lado direito	lado esquerdo	lado direito
orelhas desentapadas	DIREITO	ESQUERDO	ESQUERDO	ESQUERDO	FRENTE	DIREITO	CIMA
orelha esquerda desentapada	DIREITO	ESQUERDO	ESQUERDO	ESQUERDO	FRENTE	DIREITO	DIREITO
orelha direita desentapada	DIREITO	ATRAS	ESQUERDO	ESQUERDO	ESQUERDO	DIREITO	ATRAS
orelhas desentapadas							
orelha esquerda desentapada							
orelha direita desentapada							

	ATRAS
orelhas desentapadas	ATRAS
orelha esquerda desentapada	ATRAS
orelha direita desentapada	ATRAS

Fonte: produção do aluno (2021)

Dois alunos apresentaram os resultados referentes ao número de acerto para cada uma das três etapas, no entanto não descrevem como os dados foram organizados nem analisados. Um estudante escreveu um texto em que relata a importância do ouvido, desconsiderando como foram realizadas a experiência e o tratamento das informações coletadas (Figura 17).

Figura 17 - Registro feito por um aluno durante a realização do experimento. Para cada posição relativa ao corpo do voluntário em que o som teve origem, foram anotadas as suas percepções nas três condições: as duas orelhas tapadas, apenas a orelha esquerda tapada e

	lado	ambos	lado	lado	do	lado	sem
	direito		esquerdo	esquerdo	avante	direito	cima
orelhas	DIREITO	ESQUERDO	ESQUERDO	ESQUERDO	FRENTE	DIREITO	CIMA
ambas tapadas							
orelha c	DIREITO	ESQUERDO	ESQUERDO	ESQUERDO	FRENTE	DIREITO	DIREITO
ambas tapadas							
orelha	DIREITO	ATRAS	ESQUERDO	ESQUERDO	ESQUERDO	DIREITO	ATRAS
ambas tapadas							

	ATRAS
orelhas	ATRAS
ambas tapadas	
orelha esquerda	ATRAS
ambas tapadas	
orelha direita	ATRAS
ambas tapadas	

Fonte: produção do aluno(2021)

D: Vocês acham, gente, que essa informação, ela tá sendo levada para qual órgão do nosso corpo? O que é que vocês acham?

A12: o cérebro?

D: Tem um sinal que tá indo para algum lugar. Esse sinal, vocês acham que tá indo para onde, para que órgão do nosso corpo?

A3: Pra o cérebro.

D: Muito bem.

D: [...]essa estrutura em forma de caracol, que vem o som, o som vem na forma dessa listrinha vermelha e bate nessa estrutura, isso aqui é o receptor, é a região da transmissão do sinal, é a região de processamento se vocês fossem...

A14: receptor

A13: Eu acho que o processamento

A14: receptor

D: e aí a gente tem essa outra região aqui se vocês forem imaginar essas bolinhas vermelhas é um sinal que tá indo, pra onde será que tá indo isso aí vamos imaginar está indo parar em qual órgão do nosso corpo você vê que o som bate aqui...

A9: para o cérebro professor

D: [...] o cérebro é a região que faz o processamento.

D: [...]eu falei para você que em todos os nossos sentidos [...]a gente sempre tem três etapas a gente tem o receptor a gente tem a transmissão do sinal e a gente tem o processamento. Só que nessa imagem, que eu tô mostrando para vocês, tá faltando um desses três [...]. Qual é desses três que vocês acham que tá faltando aqui nessa imagem?

Silêncio

D: vamos arriscar pessoal, ver quem acerta

Silêncio

D: [...]essa estrutura aqui que é chamada cóclea. Vocês acham que essa estrutura é o receptor, é responsável pela transmissão do sinal ou pelo processamento? O que é que vocês acham?

Silêncio

D: E aí pessoal?

A6: pelo processamento?

D: [...]se vocês forem olhar, que essa bolinha transmitindo esse sinal aqui, vocês acham que vai para onde, pra qual lugar do nosso corpo?

A6: cérebro

D: Isso mesmo pessoal muito bem. Aqui, olha, eu tenho uma imagem completa. [...]então, processamento da nossa audição vai ocorrer também no cérebro.

Os dois primeiros transcritos ilustram a consideração dos alunos de que o cérebro é constituinte dos sistemas sensoriais e destino final da informação aferente. No terceiro e no quarto, após momentos de silêncio, alguns estudantes afirmaram erroneamente que a cóclea era destinada ao processamento da informação captada. Apesar de ter, inicialmente, incentivado o diálogo e a manutenção do ambiente reflexivo ao direcionar perguntas, o professor acabou fornecendo a resposta pronta aos estudantes, ao explicar que o cérebro era órgão comprometido com o processamento.

D: Vamos imaginar uma pessoa, que ela tem toda estrutura do ouvido da orelha perfeita. Tá tudo perfeito. Mas, se ela tem um problema na região do cérebro que recebe essa informação, essa a pessoa vai conseguir escutar?

Silêncio

D: E aí?

A6: acho que não

D: [...]mas ela tem, pode ter, um defeito na região do cérebro que chegue essa informação. Essa pessoa, ela vai conseguir escutar?

A14: sim, vai poder escutar, mas não vai poder entender

D: O que é que vocês acham, assim, é essa criança, ela vai conseguir escutar ela vai ter uma audição boa?

A18: não

A3: não, eu acho que não

Nos diálogos os estudantes consideraram que a orelha (com suas regiões externa, média e interna) em estado saudável não era suficiente para permitir a experiência auditiva, manifestando o quão o cérebro era indispensável nesse processo. No segundo trecho, a análise da resposta do aluno A14 comporta a interpretação de que a palavra “escutar” pode se referir ao evento de captação do estímulo sonoro pelo ouvido, enquanto o termo “entender” seria referente à percepção que o sujeito tem daquilo que foi experienciado. Se assim foi, o aluno demonstrou deter conhecimentos muito corretos sobre o tema em discussão, bem como integrá-los em uma argumentação fundamentada. De fato, atingir essa compreensão envolveria domínio dos conceitos de receptor e região de processamento, da mesma forma que saber quais estruturas desempenham

essas funções. Também envolveria diferenciar, de forma acertada, os processos de sensação e percepção.

Duas categorias foram elaboradas para agrupar as hipóteses propostas pelos 13 alunos que responderam às perguntas do roteiro investigativo. Uma categoria, denominada “potencialização da audição”, incluiu as respostas de oito alunos que apresentaram a ideia de melhoria da audição como função ou vantagem de se ter duas orelhas (*A11: Eu acho que é pra ter uma percepção maior dos sons; A15: Duas orelhas ficam melhor para captar os sons, pois consistem em sensores, e quanto mais sensores, melhor vai ser de captar sons diferentes*). Os argumentos incluíram a ideia de que duas orelhas duplicavam, ou pelo ou menos ampliavam, a capacidade de detectar o som. Dessas oito hipóteses, sete foram levantadas por estudantes que realizaram o experimento. No entanto, não conseguiram inferir, ou não julgaram relevante, a vantagem relacionada à presença de duas orelhas na localização espacial de origem do som, tendo em vista que as informações reunidas por eles mesmo na investigação permitiriam esboçar tal hipótese.

Já a categoria intitulada “localização sonora”, englobou as cinco hipóteses que abordaram a importância das duas orelhas para conseguir identificar a direção de origem de um estímulo sonoro (*A8: Para distinguir melhor o som e de onde vem esse som; A20: Para saber a direção de onde o som está vindo*).

D: O voluntário ele acertou mais de onde vinha o som quando ele tava com as orelhas destampadas ou quando tava uma delas tapado? O que é que vocês acham?

A15: destapadas

A19: destapadas

D: Exatamente, e aí quem mais acha turma, podem responder no chat, pode responder no microfone

A12: destapada, professor.

D: Quantos erros a gente teve ao todo aí?

A15: dois

A12: um

A19: é dois

A20: dá primeira vez foi só uma então

D: No geral, aqui no geral

A20: ah no geral foi dois

Os recortes ilustram as análises desenvolvidas pelos alunos em colaboração com a participação do professor. Após esse momento, todos os estudantes apresentaram uma conclusão, afirmando que a capacidade de detectar a local de origem do som era melhor com os dois ouvidos destapados. Para chegar a essa constatação, os alunos tiveram que ter uma visão analítica ampla e integrada, pois os dados coletados por alguns estudantes (uma menor parte deles) possibilitavam inferir o contrário, que apenas com uma orelha destapada a detecção era melhor. Em algum grau,

mesmo que numa situação talvez simples ou de fácil resolução, os alunos aplicaram os princípios de análise e síntese.

As justificativas expressas compuseram quatro categorias (Quadro 5). A maioria dos alunos (9) trouxe como justificativa o fato de uma experiência ter sido executada, sem que tenham citado quais elementos resultantes da análise suportam as conclusões apresentadas. De qualquer forma, constatou-se o valor conferido pelos discentes à pesquisa empírica feita com organização e método. Uma aluna destacou qual resultado da investigação lhe deu condições de articular uma conclusão, numa demonstração de que realizar uma pesquisa, com o rigor do método científico, não constitui em si uma justificativa, mas sim o que desse processo pode ser apreendido. Dois alunos repetiram, com outras palavras, as ideias existentes na conclusão, talvez como consequência da incapacidade de achar uma justificativa ou de compreender o significado desse termo. Apenas um estudante não elaborou justificativa.

Quadro 5 - As categorias contêm as afirmações dos estudantes que serviram como justificativa para as conclusões apresentadas em resposta ao problema “Para que servem duas orelhas”

CATEGORIAS	UNIDADES DE REGISTRO	Nº DE ESTUDANTES
Referência à realização de um experimento	A21: Sim, porque fiz esse teste realmente isso acontece. A4: Porque fizemos um experimento para ter essa justificativa.	9
Referência aos resultados do experimento	A1: Minha justificativa é porque tem mais acertos com as orelhas abertas.	1
Reafirmação da conclusão	A6: Precisamos ter duas, uma de cada lado para sabermos de onde vem o som.	2
Não elaborou justificativa	-	1

Fonte: O autor (2021)

Eu sei que vocês vão me responder corretamente. Essas vacinas que estão sendo desenvolvidas para Covid, se você testa vacina só uma pessoa e dá certo, já dá para dizer que essa vacina tá garantida? O que é que vocês acham?

A1: Não

A3: não

Não. a gente tem que testar com várias pessoas

Por que, quando a gente fez experimento, o Voluntário da gente teve que ficar de olho fechado?

A1: porque se ele visse ele ia acertar todas.

[...]umas levaram mais luz, outras levaram menos luz. Você não prestou atenção também no tipo de solo? Eram três vasilhas de planta. Um tem um solo mais fértil. O outro tinha um solo menos fértil. Vocês acham que esse experimento vai dar certo?

A4: acho que não

[...]tem como dizer, de certeza, que a plantinha que cresceu mais foi porque colocou mais água?

A18: não

[...]eu botar outra meia hora também; ou eu boto elas em quantidades diferentes de luz? O que é que vocês acham?

A3: tem que se manter o padrão em ambas.

Você coloca muita água num e pouca água no outro. Uma você deixa muito tempo no sol, outra você deixa pouco tempo no sol. Tem como você dizer o que é melhor para essa plantinha depois?

A20: acho que não, que você tem que deixar igual não?

Os registros das falas demonstraram o reconhecimento dos alunos sobre a necessidade da redução das incertezas e eliminação de vieses, por meio da identificação e controle das variáveis influentes em determinado fenômeno, juntamente com a importância de se replicar o experimento com um número maior e mais diversos de sujeitos.

Quadro 6 - Conhecimentos e competências apresentados na matriz do PISA como indicadores do letramento científico e que foram desenvolvidos nesta atividade investigativa. Para cada indicador são apresentadas as tarefas específicas correlacionadas.

Conhecimentos		Atividades
1.1	Conceitos de variáveis dependentes e independentes.	Experimentação.
1.2	Formas de avaliar e minimizar incertezas: repetições, medidas médias.	Experimentação.
1.3	Ferramentas de representação de dados: gráficos e tabelas.	Experimentação.
1.4	Natureza de desenho específicos: observação, busca de padrões, experimentação.	Experimentação.
2.1	Propósitos e objetivos das observações científicas: produção de explicações do mundo natural.	Questão 2 (conclusão)
2.2	Natureza do raciocínio científico: dedução, indução, inferência, analogias e uso de modelos.	Questão 2 (conclusão)
2.3	Como afirmações científicas são apoiadas por dados e raciocínio na ciência.	Questão 1 (hipótese) e questão 3 (justificativa)
Competências		Atividades
1.1	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado.	Questões 2 e 3.
1.2	Identificar, utilizar e gerar modelos explicativos e representações.	Experimentação.
1.3	Oferecer hipóteses explicativas.	Questão 1.

3.1	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas.	Questão 2.
-----	--	------------

Fonte: O autor (2022)

ATIVIDADE INVESTIGATIVA 5

O questionário relativo a essa atividade foi respondido por 15 discentes. Em resposta para a primeira pergunta, todos eles declararam considerar o texto como sendo de origem científica. Quando indagados sobre quais partes do artigo demonstravam esse caráter científico (2ª questão), dois estudantes destacaram pelo ou menos duas partes, 10 consideraram apenas um fragmento do texto, e três não elaboraram qualquer resposta. As apreensões desses 12 estudantes foram incluídas em cinco categorias, as quais correspondem às seções do artigo cujos segmentos foram extraídos para a resposta (Tabela 2). O total de citações supera o número de alunos, visto que dois deles indicaram fragmentos de mais de uma seção do artigo.

Tabela 2 - Seções do artigo apontadas pelos estudantes em resposta à tarefa “Selecione e altere para a cor vermelha as palavras, frases ou partes do texto que você entende como sendo provas de que o texto é científico”

CATEGORIA (Seção do artigo)	Introdução	Objetivos	Material e Métodos	Hipótese	Resultado
Nº de citações	7	1	2	5	1

Fonte: O autor (2022).

Partes do artigo como título, discussão e referências não foram apontadas pelos alunos. Dos sete alunos que se ativeram a referenciar a introdução, seis optaram por parágrafos que explicavam a fisiologia dos sistemas olfatório e gustatório, em contrapartida uma aluna destacou um parágrafo que mencionava uma pesquisa recente desenvolvida por outros cientistas que não os autores do artigo lido. A seção de material e métodos foi considerada como resposta por dois alunos que destacaram excertos que apresentam tanto os testes estatísticos adotados, quanto as estratégias empregadas na identificação e controle de variáveis, este último discutido na SEI anterior.

O aluno que optou por citar os resultados, escolheu um parágrafo que descreveu as porcentagens absolutas das respostas dos voluntários para as perguntas feitas.

Em relação à terceira questão, todos comunicaram que o conhecimento produzido por meio da pesquisa foi resultado de um trabalho coletivo (A5: *Teve envolvimento de vários cientistas*; A11: *foi envolvida a colaboração de 28 pessoas ou seja o experimento foi feito no coletivo*). Todavia,

houve uma divisão entre os alunos sobre o que seria essa “colaboração”, pois enquanto oito estudantes se referiram à participação de vários cientistas, outros sete consideraram os voluntários como sendo os colaboradores. Tamanha quantidade de respostas diferentes da que o professor considerava correta (que o conhecimento foi produzido pela colaboração entre cientistas), provavelmente foi resultante da má elaboração da pergunta por parte do professor.

Todos os 15 alunos conseguiram atender ao que foi solicitado na 4ª questão ao marcarem a parte do artigo na qual as hipóteses estavam contidas.

Três tipos de respostas foram observados no que diz respeito às afirmativas para a quinta questão. Dez estudantes foram capazes de analisar o gráfico ou a descrição dos resultados e inferir corretamente que o menor número de acertos para o sabor do alimento ocorreu na condição de voluntário com nariz tampado. Respostas contendo outros trechos da pesquisa, mas que não respondiam ao que foi perguntado, foram enviadas por quatro estudantes. Ademais, uma aluna entendeu, equivocadamente, que a “condição do voluntário” descrita no artigo se referia ao sabor do alimento ingerido.

A justificativa requisitada na sexta questão poderia surgir da interpretação do gráfico ou de parágrafos que apresentavam os resultados da pesquisa. Sete alunos escreveram justificativas corretas, referenciando uma parte do artigo que apresenta as porcentagens de acerto para cada condição de nariz tampado. O mesmo número de estudantes citou outras partes do texto que não justificam a condição escolhida na questão 5. Apenas uma aluna considerou o gráfico em sua resposta, embora tenha feito uma análise parcial, visto que considerou apenas os resultados obtidos durante o teste com apenas um entre os quatro tipos de bebida. Dessa forma, ficou visível a preferência dos estudantes pela leitura das partes textuais do artigo em detrimento da interpretação do gráfico, o que poderia indicar uma dificuldade em se compreender essa forma de apresentação de dados.

Várias impressões surgiram em decorrência da análise conjunta entre as respostas das diferentes questões desse questionário, bem como entre estas e as obtidas com os questionários das SEI anteriores. Nesta atividade investigativa, sete dos 10 alunos que responderam corretamente à 6ª questão, elaboraram uma justificativa coerente, enquanto na atividade investigativa precedente, esse número foi de apenas um. Apesar do incremento, para alguns, o obstáculo de fundamentar uma asserção por meio de uma justificativa continuou.

Outra impressão surgiu da observação daquilo que os estudantes externaram na 4ª questão (apresentar uma justificativa) da SEI anterior e da segunda questão dessa SEI (destacar partes do artigo). Se na primeira a justificativa principal foi a realização de um experimento, na segunda, a

seção da discussão foi ignorada por todos, os resultados foram lembrados por uma aluna (que destacou o valor das porcentagens), na metodologia houve ênfase em testes estatísticos. Diante disso, parece que os alunos têm uma imagem da ciência um tanto quanto relacionada aos métodos de coleta de dados, de manipulação ou observação direta da realidade, de quantificação etc. Não houve uma predileção da maioria dos discentes por outros aspectos igualmente relevantes que caracterizam o fazer científico, como a pesquisa em outras fontes, a análise dos dados, a discussão dos resultados, as implicações de uma nova descoberta, entre outros.

D: Por que que o olfato e o paladar são importantes? Eles estimulam a gente fazer o que? O que é que vocês acham? Vocês sabem a resposta, todo mundo aí sabe a resposta.

D: Eu quero ouvir vocês falando.

A15: na minha concepção, é uma forma de incentivar conhecer e descobrir novos gostos, novos sentidos, pode-se dizer assim eu acho.

D: é isso é isso mesmo a ideia é justamente esta é através do olfato e do paladar que a gente explora o ambiente

D: Cem mil anos atrás o homem das cavernas sabia que um alimento tava estragado, já que não tinha assim a data de validade dele, ele usava o que?

A12: pelo cheiro eu acho, sei não.

D: Então tá aí a barata bonitinha e um ratinho também bonitinho. Os dois são bonitinhos gente. O que é que o rato e a barata têm em comum?

A5: os dois é nojento.

[...]Qual é o sentido que é muito desenvolvido neles?

A4: olfato

D: Rato aparece mais de dia ou de noite?

A12: rapaz de noite mas toda hora viu

A14: rapaz tem umas que aparece de dia

A12: é mais noite, é mais noite

D: Concordo. É verdade, mas se a gente for olhar o período que aparece mais...

A12: o foco é de noite professor

Pela observação dos diálogos é verificável que o professor traz perguntas nos momentos iniciais da aula, intencionando que os alunos reflitam e externem seus conhecimentos prévios sobre a função do olfato e de sua relevância para o ser humano em períodos pré-históricos. Trazer situações do cotidiano, com potencial para atrair a atenção dos estudantes, foi uma estratégia recorrente. Um exemplo disso está nos quadros, quando, a partir das situações vivenciadas pelos alunos, os temas de estudo foram introduzidos.

D: Vocês acham essas substâncias aqui, elas são o receptor, elas são estímulos, elas são a região do processamento que parte da Via sensorial? Vocês acham que são essas moléculas aqui?

A14: acredito que seja estímulo

D: Quem mais acha que é o estímulo, quem acha é outra coisa? Eu quero ouvir vocês, pessoal, podem responder no chat também, se quiserem, quem não quiser falar

A15: quais são as alternativas professor?

D: Vamos lá, eu vou botar a imagem novamente

A12: repete, repete pra nós.

D: Essas partículas de alimentos, vocês acham que elas são o quê? Dessas aqui, é o estímulo, é o receptor, faz parte da condução ou faz parte do processamento?

A12: eu acho que é o condutor viu professor, porque parece que é o receptor ou o condutor

D: E aí? Estamos no embate. Não se preocupem com essa questão de acertar nem de errar

A12: errar é normal, errar

D: Errar é completamente normal

A12: só aprende errando

A9: receptor

A9 já colocou aqui a resposta dela

A13: fiquei em dúvida em dois também

D: Pronto, qual foi os dois que você ficou em dúvida A13?

A13: condutor e receptor.

D: [...]. Essas partículas de alimento que estão entrando elas vão corresponder ao estímulo

Mais uma oportunidade que os alunos tiveram de relacionar os componentes de uma via sensorial com os órgãos e estruturas do sistema olfatório pode ser vista nos transcritos. Chamou atenção o esforço dos alunos, por meio de perguntas e verbalização do raciocínio, em tentar articular uma resposta lógica, sem que se deixem abater pela dúvida e pelo medo de errar. No final, o professor acabou dizendo a resposta para algo que talvez os alunos conseguissem compreender, caso outras perguntas e dicas tivessem sido oferecidas.

D: Essas substâncias químicas, esse aroma, ele corresponde a qual desses elementos aqui da via sensorial?

A5: receptor

A8: é o estímulo?

A4: estímulo

A7: o estímulo

A5: na verdade é o estímulo mesmo que ele recebe o estímulo e depois ele vai pra o receptor.

D: O cérebro, desses quatro aqui, corresponde a qual: estímulo, receptor condução ou é a região do processamento?

8: processamento

5: condução não?

D: E aí? Quero ouvir vocês respondendo, podem responder no chat também vocês acham assim que no cérebro acontece o que?

A7: eu acho que é o processamento

A5: não, no cérebro é o processamento. É, na verdade.

Acima tem uma amostra de momentos em que a aprendizagem resultou do diálogo entre os estudantes, ao tomarem as divergências nas afirmações como desafio e incentivo ao raciocínio, possibilitando novas compreensões. O aluno A5 modificou sua resposta em dois momentos, apresentando uma justificativa na primeira, o que atesta que a mudança não se deu apenas para concordar com a maioria, mas porque realmente houve outro entendimento.

D: A gota de limão seria o que?

A12: Se já bate a já sente o gosto azedo, acho que condutor, professor

A gotinha de limão seria o estímulo ou seria o receptor?

A15: o estímulo

A12: o estímulo, e o azedo já é o processador já, processou que é azedo.

Aí a parte lá da papila gustativa, aquela bolinha da língua, que é quem onde a gotinha do limão encosta, aquela parte seria o que então?

A15: o receptor eu acho

D: Essas células olfatórias, vocês acham que elas fazem parte de qual dessas etapas aqui, as células olfatórias, elas estimulam, o receptor, a condução ou processamento?

A14: receptor

D: Quem mais, no chat pode escrever também para dar palpite

A9: receptor

Então pessoal, muito bem é isso mesmo [...]

A12: aí daí leva pra o cérebro e diz o que é né?

Nos diálogos acima também são observáveis as interações que resultaram em construções colaborativas. Vale atentar para duas falas do aluno A12, que em um instante declara que o sabor só é de fato percebido após ser processado, e em outro faz uma pergunta que contém implicitamente a ideia de percepção como produto da atividade cerebral.

D: O que será que faz a gente saber se aquele texto é de origem científica, é quando tem o quê?

A15: quando tá abordando algum assunto referente à ciência.

D: O que será que a gente pode olhar no texto para saber se ele é de origem científica?

A5: sim, foi baseado através de dados e pesquisas.

Nas conversas um aluno caracterizou o texto científico como sendo aquele que relativo à ciência. Se a expressão “referente à ciência” significa para ele a apropriação do tema ou fenômeno pelos cientistas, os quais iram abordar a situação seguindo determinados métodos, sua ideia não está errada, embora não satisfaça o que foi perguntado, considerando que permanece a dúvida acerca dos qualificadores do texto científico. Por outro lado, pode ser que a ideia subjacente ao uso da expressão seja a de uma ciência que está interessada em questões próprias ou particulares de um universo científico fechado, alheio aos problemas e curiosidades das pessoas, não entendendo que qualquer situação pode ser explorada pela ótica da ciência. Outro aluno enfatizou o âmbito investigativo e de coleta de informações.

D: A gente pode observar nesse texto, pessoal, que essa parte aqui onde fala referência, o que seriam essas referências? Quem arrisca um palpite?

A9: é de onde foi tirado as informações que contém no texto

D: Alguém arrisca um palpite assim de dizer o que seria essas referências bibliográficas?

A4: Fontes de onde ele tirou sobre o que ele fala?

A5: de onde saiu as pesquisas, as fontes

Os alunos puderam prestar mais atenção e discutir sobre as seções do artigo que não foram destacadas na segunda solicitação do questionário. Nos transcritos acima vê-se que alguns alunos manifestaram saber o que são as referências e de que forma são importantes nas pesquisas científicas.

D: [...]foram tomar um suco de laranja, de maracujá, de melancia e limão para ver se acertava de que era o suco pelo gosto. E aí, qual foi a que acertou mais? Foi a pessoa número 1 ou a pessoa número 3?

A14: número 3

D: E aí? Vamos lá responder no chat, cada um pode expressar a opinião

A20: 3

A17: 3

A14: acredito que seja o número 3

A21: 3

A12: 3

D: Qual foi a pessoa que acertou mais o sabor do suco, foi a número um ou número três quem foi que acertou mais aí olhando para esse gráfico?

A4: a número 3

A5: 3

A7: número 3

A1: 3

D: Baseado no que a gente viu do texto para a gente se sentir o sabor das coisas, sentir o gosto a gente depende também de sentir cheiro ou não tem nada a ver? O que é que vocês acham?

A14: depende de sentir o cheiro

A19: depende

A13: depende do cheiro

A12: isso, do cheiro

A20: depende do cheiro

A13: Professor quando eu peguei o Covid-19 eu fiquei sem cheiro e paladar.

D: [...] a conclusão dele foi o que que o nariz ajuda a gente também a sentir melhor o gosto das coisas ou que não tem nada a ver?

A4: que ajuda

A1: ajuda

A7: ajuda

A8: ajuda sim

Os trechos acima registram a interpretação coletiva do gráfico do artigo e da subsequente proposição de uma conclusão embasada nessas análises. Os cinco estudantes que propuseram conclusões equivocadas para responder à 5ª questão demonstraram novas aprendizagens. A5 fez uma boa análise do gráfico e disse corretamente em qual condição os voluntários acertariam mais o sabor da bebida, ao passo que A19 ratificou a interdependência entre olfato e paladar. Ainda nesse sentido, A1, A14 e A20 tiveram sucesso tanto na análise do gráfico quanto na proposição da conclusão. O avanço observado foi resultado não da explicação direta do professor, no sentido de

fornecer prontamente a resposta correta, mas da possibilidade que tiveram para refletir novamente sobre as situações e de eles também ouvirem as opiniões dos colegas.

D: [...]a gente pode mais ou menos entender com essa figura aqui[...]alimento estimula os receptores, né, das papilas da língua, aí vem a informação pra uma região do cérebro. Aí vem outra substância, entrou no nariz da pessoa, estimula os receptores aqui dentro da cavidade nasal, aí foi para uma região do cérebro diferente ou foi para mesma região?

A4: a mesma

A1: a mesma?

A7: estão indo para a mesma região

A8: para a mesma

D: Ela vai para outra região ou vai para uma mesma região?

A15: vai pra...pra mesma

A12: é

A15: o que muda é o processamento

Os alunos conseguiram examinar a imagem e ter alguma compreensão de que a interação entre o olfato e paladar ocorre no cérebro, que existe uma região responsável por isso. Dessa forma, viram que o cérebro não é apenas um órgão composto por partes isoladas em que cada uma representa uma parte do corpo, pois existem regiões integradoras, de associação, que se mantêm interconectadas. No final, o aluno A15 reafirma seu discernimento e relaciona a região do cérebro presente na figura com a função de processamento.

Quadro 7 - Conhecimentos e competências apresentados na matriz do PISA como indicadores do letramento científico e que foram desenvolvidos nesta atividade investigativa. Para cada indicador são apresentadas as tarefas específicas correlacionadas.

Conhecimentos		Atividades
1.1	Conceitos de variáveis dependentes e independentes.	Questão 5.
1.4	Natureza de desenho específicos: observação, busca de padrões, experimentação.	Questão 5.
2.1	Propósitos e objetivos das observações científicas: produção de explicações do mundo natural.	Questão 5.
2.2	Natureza do raciocínio científico: dedução, indução, inferência, analogias e uso de modelos.	Questão 5.
2.3	Como afirmações científicas são apoiadas por dados e raciocínio na ciência.	Questão 6.
2.4	Natureza das observações científicas	Questões 1, 2, 3 e 4.
Competências		Atividades
1.1	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado.	Questão 5.
2.1	Identificar a questão explorada em dado estudo científico.	Questão 5.
2.3	Descrever e avaliar os vários caminhos que os cientistas usam para assegurar a confiabilidade dos dados e a objetividade.	Questões 1, 2 e 3.

3.1	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas.	Questão 5.
3.2	Identificar as premissas, evidências e argumentos em textos relacionados às ciências.	Questões 5 e 6.

Fonte: O autor (2022)

ATIVIDADE INVESTIGATIVA 6

Abordagem inicial

D: [...]tô aqui com a minha mão direita mais perto do meu olho e a mão esquerda tá mais distante. Se eu fico concentrando a minha visão nesta minha mão que tá mais perto, como é que eu vejo a minha mão que tá longe?

A9: embaçada?

A14: ele expandiu

D: Perfeito pessoal. E pra que serviu isso? Vocês observem que agora deu certo, os raios de luz agora estão juntando onde?

A9: na retina?

D: Na retina, que é lugar certo que tem que acontecer...

A15: Então, isso faz com que a gente enxergue melhor, no caso, em pouca distância, é isso?

D: É isso mesmo...

Os alunos tiveram a chance de confrontar uma propriedade da nossa visão, a acomodação visual, com o processo de alteração da curvatura sofrido pelo cristalino, resultando na convergência dos feixes de luz na retina.

D: [...]a gente tem visto várias fotos da retina, que é o fundo do olho, que é onde a luz acaba batendo. Vocês acham que a retina do nosso olho, ela é qual dessas quatro partes da nossa via sensorial?

A4: processamento?

A6: eu acho que é o receptor

A7: acho que é o processamento

A1: processamento?

D: Na opinião de vocês a retina do olho ele é qual desses quatro aqui da via sensorial?

A14: o segundo que você falou, o receptor

A21: receptor

A9: o receptor e o processamento, porque eu acho que o receptor é a, como é nome do outro professor?

D: O cristalino?

A9: O cristalino, aí o processamento é a retina porque aí gente vê

No momento de associar as partes do sistema visual com os componentes da via sensorial, foi predominante a concepção equivocada de que a retina corresponde à região do processamento e não ao receptor. Uma aluna afirmou ser o cristalino a região receptora, podendo ter sido essa a impressão dos demais. Nas imagens e vídeos apresentados, o cristalino era a região primeira de

contato com os raios de luz. Isso, juntamente com falas do professor nesta e nas aulas anteriores, explicando que o receptor consiste “na primeira” parte da via sensorial, sem dúvida dificultaram uma apreciação mais correta do fenômeno considerado.

D: Certo, vamos lá. Se a gente for pensar, a luz que chega no olho da pessoa, seria qual desses quatro aqui? O estímulo, receptor, a condução ou processamento?

A14: condução

D: Quando a gente tá escutando alguma coisa, aí o estímulo é o quê? Vocês acham que o som estimula alguma parte que tá dentro do nosso ouvido quando a gente tá escutando alguma coisa?

Silêncio

Os transcritos demonstram a tentativa do professor em não fornecer a resposta pronta, mas mediar novas situações com potencial de favorecer a aprendizagem por descoberta. Apesar do esforço, a mudança conceitual não ocorreu neste momento e o professor acabou explicando que a retina é o receptor.

D: [...]nesses lugares quando tá quase escuro, que a gente enxerga bem pouquinho, a gente consegue ver bem a cor das coisas?

A4: não

A6: não

A1: não

D: [...] nessas situações a gente consegue enxergar bem a cor das coisas?

A17: não

A11: não

A12: não

A21: não

A19: não

D: Só que os cones eles têm um problema, eles não trabalham bem com pouca luz. Então, se eu tô vendo aqui vermelho, amarelo, azul...

A9: professor, pessoas daltônicas é que tem problema nos cones né?

D: Nos cones, é exatamente isso.

D: A pessoa que tem daltonismo, ela tem um problema em qual desses dois tipos de receptores? Seria nos bastonetes ou nos cones?

A4: cones

A6: cones

A1: cones

A situação do dia a dia foi contextualizada para explicar sobre as características dos cones e bastonetes da retina. Os alunos aplicaram bem o conhecimento para responder à pergunta sobre daltonismo. Mais do que isso, em uma das turmas, quando o professor estava prestes a fazer a pergunta, uma aluna se antecipou e expressou a relação entre daltonismo e alguma modificação dos cones.

2ª PARTE: AULA PRESENCIAL

Quando requisitados a associar os componentes do sistema visual (luz, retina, nervo óptico e cérebro) com os elementos da via sensorial, sete alunos fizeram a correspondência correta. Dos quatro alunos que fizeram alguma associação equivocada, três estavam presentes na aula remota quando essa associação foi concebida. Portanto, há uma probabilidade de que estes não tenham compreendido esse momento da discussão ou que o passar do tempo (uma semana entre os dois momentos) tenha causado o esquecimento de algum entendimento que possam ter vislumbrado.

A proposta de encadear as etapas da investigação científica, apresentadas aleatoriamente pelo professor, foi realizada corretamente por cinco alunos. No que se refere aos demais (seis alunos), a noção de que as hipóteses antecedem a experimentação e que a elaboração de uma conclusão sucede todos os outros momentos esteve presente na resposta de todos, todavia, algumas alterações em relação ao que o professor objetivava que fosse aprendido foram notadas, especialmente a ideia de análise dos dados preceder a experimentação, a qual foi apresentada por cinco alunos.

Das hipóteses concebidas, três afirmavam que a visão central era melhor ou mais eficiente do que a periférica, sem ter mencionado em quais aspectos haveria essa vantagem (*A20: A visão central é para enxergar coisas específicas com qualidade. Já a visão periférica serve para enxergarmos ao nosso redor*). Seis estudantes defenderam que a visão central permite enxergar melhor a cor e a forma dos objetos (*A1: a visão é diferente pois na visão central dá pra ver melhor as cores e identificar os objetos e na visão periférica não dá pra e nem ver direito as cores*). Um aluno relatou a capacidade de detectar movimentos com a visão periférica, e outro escreveu uma hipótese que não estabelecia diferença entre os dois tipos de visão. Nenhuma hipótese incluía o atributo intensidade luminosa.

No momento de organizar o experimento, os alunos optaram por seguir as dicas observadas nos vídeos ao invés de criar um método próprio. Diferente do vídeo, em que apenas uma voluntária tem sua visão testada, a turma decidiu que seria melhor fazer o experimento com mais de uma pessoa.

Durante a realização, enquanto o voluntário movimentava seu braço e aproximava o pedaço de papel do campo visual central, uma aluna marcava com o pincel de quadro o ponto da mesa sobre a qual a mão do voluntário estava quando afirmava conseguir enxergar o movimento, a forma do desenho, sua cor e a palavra escrita abaixo do desenho. Inicialmente, essa marcação estava sendo feito com um asterisco (*). Porém, dois alunos observaram que dessa forma seria difícil distinguir posteriormente qual elemento do papel era corresponde a determinada marcação. Então houve a

sugestão para usar letras iniciais de cada um dos atributos em questão, como “C” para cor, “F” para forma e “N” para nome (Figura 18).

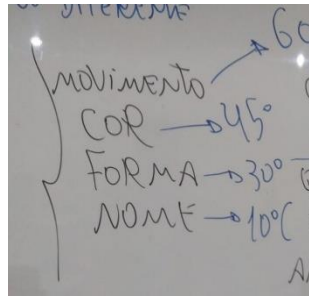
Figura 18 - Marcações feitas pelos estudantes durante a experimentação



Fonte: produção dos alunos (2021).

Feitos os testes, os estudantes avaliaram quais foram os ângulos formados entre o braço esticado a frente do corpo e as marcações. Então o professor perguntou de que maneira as informações obtidas no experimento poderiam subsidiar uma afirmação sobre a extensão do campo visual capaz de detectar cada atributo, pois os ângulos mensurados foram diferentes para cada voluntário. De início todos os alunos permaneceram em silêncio, embora demonstrassem estar pensando em uma solução. Então o professor fez outras indagações, tais como “Se a gente fosse investigar para saber se os alunos desta escola são altos ou baixos, iríamos verificar a altura de alguns e depois deveríamos fazer o que?” Após mais alguns instantes de silêncio, o estudante A6 falou que deveria “fazer a média”. O docente solicitou que todos se manifestassem sobre a ideia do colega, ao que concordaram em unanimidade. As médias foram calculadas e os resultados foram registrados no quadro branco (Figura 19). Nenhum estudante considerou organizar os dados em uma tabela, mas o esquema planejado ficou compreensível.

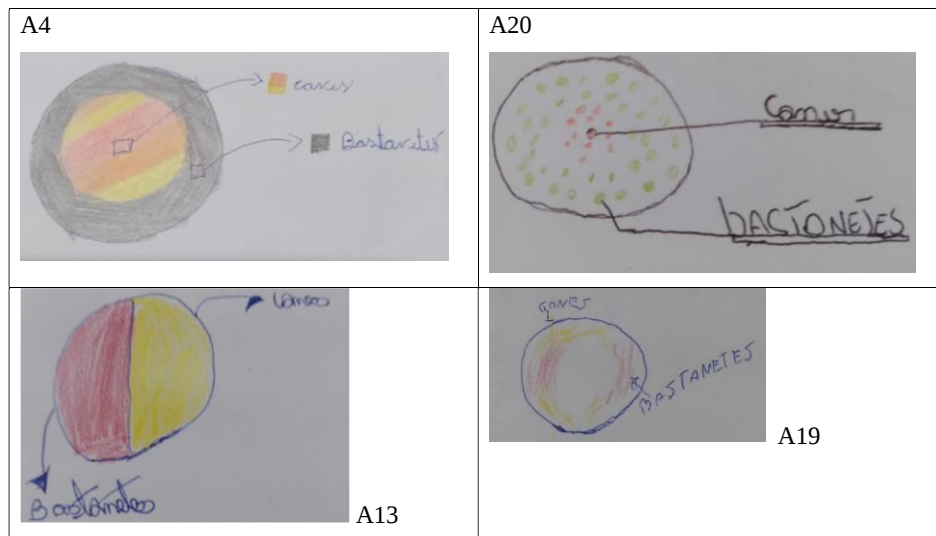
Figura 19 - Registro dos ângulos em que cada atributo foi percebido



Fonte: produção do aluno (2021).

Os modelos representativos da distribuição de cones e bastonetes na retina foram feitos em conformidade com o conhecimento científico atual por oito alunos (exemplo em A4 e A20). Modelos que não condiziam com essa compreensão foram construídos por três alunos (exemplos em A13 e A19).

Figura 20 - Modelos de distribuição de receptores na retina



Fonte: produção dos alunos (2021).

O êxito desses alunos é indicativo da aprendizagem de vários conhecimentos e da atuação competente. Criar esses produtos somente foi possível para aqueles que: compreenderam a explicação do professor sobre os conceitos de visão central e periférica, as características dos cones e bastonetes; participaram da execução do experimento e, sobretudo, exerceram o raciocínio para analisar os dados obtidos; bem como mobilizaram todo esse repertório informacional a fim de idealizar uma explicação para um aspecto da estrutura da retina até então desconhecida por eles.

Em relação aos outros três modelos, suas análises não foram suficientes para afirmar que seus idealizadores não alcançaram alguma aprendizagem.

Com exceção da elaboração das hipóteses, nas quais o professor pode aprender sobre a noção que os estudantes tiveram sobre visão central e periférica, a aplicação desta SEI foi deficiente em estratégias que permitissem o acompanhamento do progresso individual dos discentes. Assim, o nível dessas aprendizagens está situado em algum ponto de um espectro ilustrativo de vários graus de entendimento. O aluno A13, por exemplo, talvez tenha elaborado seu modelo imaginando o olho direito de uma pessoa a sua frente. Nesse caso, os cones (em amarelo) estariam mais relacionados com a visão central e os bastonetes com a visão periférica.

Durante a análise coletiva das tabelas na SEI 3, o professor verificou a dificuldade de alguns alunos para interpretar as tabelas apresentadas. Para justificar a resposta de uma questão da SEI 5, a maioria dos alunos destacou a descrição dos resultados ao invés de apontar elementos do gráfico. Nas atividades investigativas em que a tabela para registro de informações não foi fornecida pelo docente, poucos alunos optaram por construí-la.

Quadro 8 - Conhecimentos e competências apresentados na matriz do PISA como indicadores do letramento científico e que foram desenvolvidos nesta atividade investigativa. Para cada indicador são apresentadas as tarefas específicas correlacionadas.

Conhecimentos		Atividades
1.2	Formas de avaliar e minimizar incertezas: repetições, medidas médias.	Experimentação.
1.4	Natureza de desenho específicos: observação, busca de padrões, experimentação.	Experimentação e etapas da investigação científica.
2.1	Propósitos e objetivos das observações científicas: produção de explicações do mundo natural.	Experimentação e produção de modelos.
2.2	Natureza do raciocínio científico: dedução, indução, inferência, analogias e uso de modelos.	Produção de modelos
2.3	Como afirmações científicas são apoiadas por dados e raciocínio na ciência.	.Via sensorial e produção de modelos.
2.4	Natureza das observações científicas	Experimentação e elaboração de hipóteses
Competências		Atividades
1.1	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado.	Via sensorial e produção de modelos.
1.2	Identificar, utilizar e gerar modelos explicativos e representações.	Via sensorial e produção de modelos.
1.3	Oferecer hipóteses explicativas.	Elaboração de hipóteses.
2.2	Propor formas de explorar dada questão cientificamente.	Experimentação e etapas da investigação científica.
2.3	Descrever e avaliar os vários caminhos que os cientistas usam para assegurar a confiabilidade dos dados e a objetividade.	Experimentação e etapas da investigação científica.

3.1	Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas.	Produção de modelos.
-----	--	----------------------

Fonte: O autor (2022).

5 DISCUSSÃO

Para construir essa parte da presente pesquisa, parece oportuno que as primeiras considerações sejam direcionadas às implicações na educação por parte de um evento realmente perturbador: a pandemia da COVID-19. Com frequência, desde o início da pandemia, apareciam nos meios de comunicação políticos, economistas, psicólogos, cada um no seu âmbito de atuação, explicando à população os prejuízos causados por essa doença e trazendo um comentário muito interessante: a pandemia potencializa ou torna mais visível os problemas que acometem uma nação, um sistema de saúde ou uma pessoa. Com a educação não foi diferente, pois as barreiras que impedem a aproximação entre aqueles que devem e desejam aprender com os ambientes e recursos necessários se tornaram imensas. Desde então tem se falado em “pobreza de aprendizagem” como um indicador para avaliar a condição dessas pessoas (ECUTIVO, [s.d.]).

Esse retrato no nível global cabe bem aqui por ser descritivo da situação local. As dificuldades em continuar acompanhando as aulas remotas foram relatadas por muitos alunos e observadas pelo professor autor desta pesquisa. Apesar de todas as adaptações feitas nas SEI a fim de torná-las possíveis de serem desenvolvidas por via remota, algumas lacunas não foram preenchidas. A falta de contato visual e o receio dos alunos em se manifestar nas videoconferências, diminuíram a frequência dos diálogos e consequentemente do retorno que o professor necessita para direcionar sua atuação. Esses aspectos configuraram o principal desafio no entendimento do professor. Essas e outras dificuldades são relatadas em vários trabalhos científicos dedicados à investigação das particularidades do ensino remoto (ORIGINAL, 2020).

Apesar dessas adversidades, as estratégias adotadas pelo professor somadas ao interesse dos alunos permitiram que a proposta de ensino fosse aplicada e resultados das aprendizagens fossem obtidos, embora sem desconsiderar esses fatores. As discussões que se sucedem discorrem sobre esses resultados, que inicialmente serão abordados num enfoque mais pontual, ou seja, dos frutos de cada SEI ou mesmo partes dela, para depois atingir uma dimensão ampla, de modo a dialogar com os objetivos específicos e geral.

Na primeira SEI, a maior predisposição dos alunos para falar nas aulas online pode ter sido consequência de vários fatores. A mediação docente por meio da apresentação de imagens e do convite para os alunos comentarem o que estavam observando também foi um grande incentivo.

Chamou a atenção do professor a forma destemida e motivada com que os alunos contribuíam para as discussões, por vezes dando a impressão de que estavam realmente em uma conversa coloquial com os colegas, sem a tensão ou medo de errar que frequentemente são observados nas interações de sala de aula. O tema em si é bastante instigante, envolvendo conhecimentos acerca do dia a dia de todas as pessoas, assim, responder a uma pergunta do docente representou para os estudantes relatar algo que eles consideraram curioso, expor aquilo que eles desejavam que os outros soubessem.

O decréscimo da frequência de fala dos estudantes nas aulas por videochamada seguintes não necessariamente seria indicativo de falta de motivação. Considerando-se os acertos observados na resolução das atividades, o medo de errar surge como um dos prováveis fatores restritivos da argumentação. De acordo com Freire (1980), se o aluno está motivado, mas não se sente apto a participar, encontra-se em um estado paralisante, mas quando percebe que tem condições de opinar, migra para o estado de curiosidade epistemológica. Nessa mesma linha de raciocínio, Carvalho (2008) atribui ao professor a função de “criar condições em sala de aula para os alunos poderem participar sem medo de errar” (p.767).

Diferente do ensino tradicional, mais fundamentado na filosofia comportamentalista, em que a expressão verbal do aluno tem função comprovatória da aprendizagem, neste projeto a escrita e a fala foram tanto meios quanto fins. A expressão de um indivíduo para suas ideias foi um exercício de autonomia e cidadania, sendo também uma competência que deveria ser aprimorada.

Carvalho (2018) afirma que, mesmo para aquele sujeito conhecedor de um determinado conceito, no momento de falar, acaba tendo mais uma oportunidade de reflexão, e, portanto, de ressignificação. Por isso tudo, consideramos que a estratégia utilizada na primeira atividade investigativa, a qual situou o tema de sensação e percepção, foi um ponto positivo, pois sem ele o interesse em participar das outras investigações poderia ter sido menor.

Estimular o diálogo é uma das atribuições do professor adepto das metodologias ativas, mas não a única. Deve haver uma mudança na forma como o professor se enxerga e enxerga o aluno nos cenários de ensino e aprendizagem. Para ambos, a mudança não é fácil. Para explicar a natureza das atitudes, Pozo e Crespo (2009) consideraram elas como gases, presentes em todas as partes, apesar de nem sempre percebermos. Além desse perfil implícito das atitudes, outra semelhança pode ser estabelecida: da mesma forma que os gases são difíceis de fragmentar, assim são as atitudes, o que implica um trabalho a longo prazo.

Da parte do professor, os desafios dessa transição puderam ser observados em vários momentos, sobretudo na comunicação estabelecida nas aulas por videochamada, uma vez que

algumas discussões foram interrompidas pelo professor, contrariando o que havia planejado, e incorrendo na situação que dificulta o seguimento dos debates, quer seja: fornecer as repostas para situações que estavam em processo de investigação.

Com relação aos alunos, a ideia de permanecer em silêncio, “recebendo” o conteúdo do professor ainda foi bastante identificada nesse estudo, sendo esse mais um entrave à busca dialógica pelo conhecimento. O autor buscou considerar essas ocorrências não com negatividade, pois, se ter uma nova atitude demanda tempo, uma vez alcançada, sua permanência é duradoura e transferível, podendo difundir-se para outros contextos, assim como os gases.

Ainda em relação a aplicação das metodologias, dentro do leque de opções didáticas, optamos por uma abordagem investigativa e cabe analisar se as atividades desenvolvidas foram realmente investigativas. O primeiro item a ser observado é se elas envolveram experiência e não simplesmente experimento (ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

Desde as primeiras SEI, nas quais o professor fornecia os passos para execução do experimento, houve a intenção de que as justificativas para cada escolha fossem compreendidas pelos estudantes, a exemplo dos experimentos realizados na segunda SEI, na qual o uso das tabelas, dos instrumentos, da necessidade de testar mais de uma vez a percepção na mesma parte do corpo, integraram o tema de estudo. Para Carvalho (2013), um aspecto fundamental a ser considerado é a necessidade da “passagem da ação manipulativa para a ação intelectual” (p.3). Consideramos que o professor estimulou os alunos a refletirem não somente nas etapas de realização do experimento, organização e análise dos dados e, pela leitura das transcrições e das respostas dos questionários, pode-se constatar o exercício do pensamento, das mudanças de opinião. Algumas vezes, os alunos permaneceram em silêncio por alguns segundos antes de expor a opinião, nesses casos o silêncio é sinal de que o pensamento estava ocorrendo.

Na verdade, esse exercício do raciocínio aconteceu diversas vezes, quando perguntas e imagens não necessárias para estruturar uma resposta para a situação problema, ainda que bastante relacionadas, foram apresentadas com o objetivo de criar pequenos ciclos investigativos. Isso ocorreu quando o professor fazia uma pergunta e concedia uma fonte informativa, que podia ser uma afirmação ou uma imagem. Nesses momentos de pouca duração, a investigação estava em andamento e, mesmo com repostas curtas de afirmação ou negação, muito pôde ser aprendido.

Autores como Sasseron e Machado (2017) advertem que uma etapa fundamental quando se deseja ensinar Ciências pela abordagem investigativa é a problematização. Para elas, a situação que será objeto de pesquisa não deve ser simplesmente posta aos estudantes, esperando que estes repentinamente aceitem a sugestão. A noção de que um acontecimento é um problema deve ser

abraçada pelos discentes, pois somente ao perceberem que estão perante um desafio, algo que carece de explicação ou resolução, é que a busca por soluções poderá ter início.

Dessa lógica pode-se derivar outro ponto indispensável: o problema precisa estar relacionado a algum contexto da vida do indivíduo. Além disso, nem sempre está claro para o estudante a relação entre os conhecimentos científicos e os tais problemas. Por isso, Sasseron e Machado (2017) sugerem que os professores “[...] devem construir essas pontes de forma a levar cada aluno a ver o mundo também sob a ótica científica” (p. 9).

Nas atividades investigativas que compõem essa pesquisa, a problematização teve esse propósito de gerar nos alunos a curiosidade de entender um fenômeno e a vontade de buscar as respostas. Sistemas sensoriais, sensação e percepção não foram ensinados partindo-se da descrição de estruturas anatômicas dotadas de nomes complexos ou da explicação de processos fisiológicos. O plano foi permitir aos alunos observar eventos cotidianos a partir de um novo prisma, o da ciência. Assim, cada aluno pôde enxergar no trivial algo inesperado, para o qual nunca tinha se empenhado em tentar compreender. De forma bem restrita, relações entre o tema de estudo e questões relacionadas à saúde tiveram espaço nos momentos de diálogo.

Não é fácil avaliar o quanto os alunos perceberam a relevância dos temas investigados e estavam intrinsicamente motivados. A disposição dos alunos para realizar os experimentos, participar das aulas online, responder os questionários e, em especial, as perguntas feitas, constituem o melhor parâmetro de análise.

No que diz respeito aos conteúdos incluídos no planejamento, a opção de dar mais importância aos conhecimentos procedimentais e epistemológicos, se comparado com o que se propõe geralmente, criou um equilíbrio mais adequado entre estes dois tipos de conhecimentos citados e os conceituais. Esses procedimentos e modos de fazer da ciência foram considerados de forma deliberada, ou seja, com o planejamento de algumas práticas e momentos de discussão direcionadas a esses conhecimentos, para torná-los assuntos em foco e não secundários. Um exemplo dessa abordagem pode ser visto nas conversas da quarta SEI sobre o que são variáveis e a importância de controlá-las na pesquisa científica. Nessa parte da aula, com a intenção de favorecer a aprendizagem desses conhecimentos “sobre ciências”, o professor recorreu ao conteúdo da área de botânica, perguntando se é possível relacionar exclusivamente o nível de crescimento de duas plantas com a intensidade de irrigação diferenciada a qual foram submetidas, sendo que o tempo de exposição ao sol também foi diferente.

Pozo e Crespo (2009) alertam para a ausência de um currículo explícito para os procedimentos e atitudes, com reflexos nas avaliações e nos materiais didáticos. A ênfase nas

questões conceituais poderia ajudar a explicar o bloqueio dos estudantes em algumas situações que demandavam conhecimentos sobre como fazer Ciências e sobre a natureza da ciência. Gerar ou interpretar gráficos e tabelas foi um desses momentos de dificuldade.

Os conhecimentos necessários para o trabalho com gráficos, tabelas, realização de medidas e cálculo de médias são mais associados à área de matemática. Sem dúvida, é nessa disciplina que os discentes têm mais contato com esses saberes, pois constituem objeto de conhecimento, com propostas explícitas de ensino. Nesse sentido, considerando-se a estruturação do Ensino Médio em disciplinas, as atividades investigativas realizadas apresentaram uma forte característica interdisciplinar. Ao mesmo tempo, essas ações interdisciplinares poderiam contribuir para a compreensão de ciência para além do sentido estrito de disciplina escolar, mas como uma forma de observar e compreender o mundo por meios particulares e que tais conhecimentos constituem as ferramentas que permitem o fazer científico. Efetivamente, as concepções entre as Ciências estudadas nas escolas e as Ciências praticadas pelos cientistas não deveriam ser tão distantes, pois uma função indispensável da primeira é promover a aprendizagem dos conceitos e modos de fazer da segunda.

Sampaio e Silva (2012) entendem que a pouca interação entre biologia e matemática traz prejuízos para a educação básica e que faltam oportunidades de formação direcionadas a realizar essa integração. De acordo com elas, a interdisciplinaridade é importante para que “[...] além de saber onde usar os conceitos matemáticos em Ciências Biológicas, os alunos saibam o porquê e tenham conhecimento crítico das aplicações matemáticas.” (p.7)

Ter a possibilidade de aprender conhecimentos epistemológicos foi uma novidade para os alunos. Muitos dos participantes têm como professor o autor desta pesquisa desde o 6º ano do Ensino Fundamental, então, pelo ou menos com relação a estes, foi possível observar que vivenciaram momentos de aprendizagem inéditos. Para os demais, as circunstâncias não devem ter sido muito divergentes.

Nas primeiras atividades, quando o professor instruiu para a elaboração de hipóteses usando o termo “suposição” e explicando que não se tratava de uma resposta final, alguns alunos ainda perguntavam se o que estavam escrevendo tinha que ser “o certo”. Já nas SEI finais, a ideia de hipótese pareceu ser bem compreendida por todos.

Em várias situações da proposta de ensino os discentes puderam empreender ações envolvendo dois recursos bastante empregados no trabalho científico: a observação e a inferência. Lederman *et al.* (2002) apresentam dados demonstrativos da predileção de estudantes em considerar a observação como prática principal ou única de acesso à realidade, desconsiderando-

se a inferência. As atividades investigativas aqui analisadas propiciaram ricos momentos para realização de inferências e discussão sobre as limitações das observações empíricas, bem como a importância do uso de instrumentos.

Nas segunda e terceira SEI, a aprendizagem dos conteúdos de percepção, adaptação sensorial, junto com a possibilidade de usar instrumentos, favoreceram o entendimento de que a observação permitida pelos sentidos deve ser acompanhada do emprego de ferramentas adequadas à mensuração de fenômenos, como nas respostas dos alunos sobre a necessidade de usar termômetros em medições de temperatura pois a percepção térmica sofre influência de outros fatores. Nas segunda e sexta SEI, ao elaborarem os modelos, os alunos expressaram construir conhecimentos que somente foram possíveis por meio da inferência.

Ainda que esse esforço docente tenha sido empreendido, as respostas apresentadas na SEI 4, que em sua maioria enfatizaram a realização da experimentação como justificativa para as conclusões obtidas, sem relatar a necessidade de inferir e pensar sobre o que foi observado. Isso, juntamente com as partes destacadas do artigo sobre olfato e paladar, pareceram constituir evidências das concepções de ciência discutidas por Lederman. Aparentemente, os mesmos alunos que fizeram inferências nas atividades investigativas, não consideraram esta ação, e outras relacionadas ao exercício do pensamento, como inerentes ao trabalho científico.

Um número importante de estudantes não conseguiu encadear as etapas da investigação científica expostas no último encontro que foi presencial, apesar das pesquisas realizadas anteriormente. Esse fato, em consonância com o citado no parágrafo anterior, mostra o valor de se discutir sobre a ação. Para além de encadear e inferir, o mais valioso seria que todos entendessem o porquê de cada etapa e que cada uma dessas etapas contribuía na investigação por soluções e respostas. Consideramos que as SEI aplicadas não alcançaram esse aspecto, no sentido de que não houve clara oportunidade para se discutir além do “como se faz” e atingir o “porquê se faz dessa forma”. Desse modo, o planejamento e a intervenção em sala de aula foram mais pertinentes na promoção dos conhecimentos procedimentais do que nos conhecimentos epistemológicos.

Além do que foi observado por Lederman, várias concepções equivocadas apresentadas pelos alunos sobre a natureza da ciência são relatadas na literatura especializada em ensino e aprendizagem (WILLIAM F; MICHAEL P; HIYA, 1998).

Um desses equívocos é a ideia de que existe uma forma única de fazer ciência, ou seja, um método científico entendido como um passo a passo que deve ser seguido rigorosamente (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011). Podemos considerar que o conteúdo dos roteiros de experimentação das primeiras SEI pode ter favorecido essa compreensão equivocada. Porém,

durante as videoconferências, os dados eram analisados novamente e todos podiam rever suas hipóteses, numa demonstração de que o dito método não era linear, mas sim cíclico. Tanto nas videoconferências, com os pequenos ciclos investigativos em que professor oferecia dicas, quanto na leitura do artigo, os alunos vivenciaram situações em que a investigação envolveu a exploração de fontes de informação, ao invés da experimentação (SCARPA; CAMPOS, 2018).

Outra concepção alternativa da natureza da ciência é a de considerar os modelos como cópias da realidade. Na última SEI, após a construção dos modelos, o professor direcionou a discussão sobre a importância e as limitações do uso de modelos, esclarecendo tratar-se de representações baseadas no conhecimento científico vigente sobre a estrutura ou o funcionamento de algo.

Uma discussão muito importante e que não foi proporcionada em nenhuma das aulas é a que trata da relação entre ciência e sociedade. As pessoas geralmente percebem a ciência como desconectada das demandas econômicas e das características culturais de uma região. Superar essa imagem neutra é fazer uma correção epistemológica, isto é, evidenciar como a ciência se desenvolve, quais processos estão relacionados com a sua produção, legitimação e aplicação (MOREIRA; OSTERMANN, 1993).

Também consiste em uma adequação didática, no sentido de que é mais motivador para o aluno pensar e agir nos modos da ciência quando reconhece a “retroalimentação” existente entre ciência e sociedade. Isso porque, ao mesmo tempo em que as leis e teorias são produzidas para esclarecer dúvidas e resolver problemas da humanidade, também interferem nos rumos que esta pode tomar. Dessa forma, aprender sobre a epistemologia da ciência e os procedimentos por ela usados facilita a aprendizagem do conhecimento de conteúdo.

As investigações realizadas pelos discentes se aproximam mais do que se chama pesquisa básica. William, Michael e Hiya (2011) afirmam que a ciência é geralmente entendida como um meio de prover a sociedade com vacinas, computadores mais velozes e outros resultados práticos capazes de melhorar a vida cotidiana. Assim, faz-se urgente desenvolver atividades que tem por objetivo explicar fenômenos, corroborar ou refutar teorias, mesmo que não tenham um caráter pragmático a curto prazo ou facilmente detectado. Para esses autores, aprender sobre a natureza da ciência proporciona o desenvolvimento de habilidades relacionadas com as tomadas de decisão em vários temas de interesse coletivo, a exemplo da destinação de verbas para investimento em ciência e tecnologia, impacto da ação humana no meio ambiente e implicações éticas do uso do conhecimento científico.

Deve-se atribuir ao ensino escolar parte da baixa compreensão da natureza da ciência pelos alunos, tendo em vista que esse tema está geralmente ausente nos planejamentos das atividades educativas. Recentemente, após analisar os documentos oficiais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), Sasseron (2021) concluiu que uma maior relevância é concentrada no âmbito conceitual, em contrapartida os procedimentos aparecem como etapas a serem seguidas e o domínio epistemológico é pouco apresentado. Ainda de acordo com ela, nesse ponto específico, a BNCC traz uma proposta desatualizada em relação às tendências atuais sobre Ensino de Ciências.

Levando em consideração o conteúdo programático de Biologia para o Ensino Médio, sistemas sensoriais e percepção correspondem a uma pequena fração do total de temas a ser estudado. Dessa forma, as seis aulas dedicadas às atividades investigativas, além dos momentos em casa para experimentação, poderiam ser consideradas um período excessivo, com possível prejuízo para o ensino de outros assuntos. Entretanto, os saberes construídos têm relação próxima com alguns assuntos, podendo facilitar a significação do que ainda será discutido ou a ressignificação daquilo que já foi estudado.

Além do mais, os conhecimentos procedimentais e epistemológicos, frequentemente pouco considerados na disciplina de Biologia, mas essenciais para a compreensão da natureza da Ciência, puderam ser aprendidos a partir de uma proposta explícita de ensino.

Em trabalhos como este, nos quais os alunos se envolvem em investigações, uma nova visão da ciência é mais facilmente compreendida. Ao engajar estudantes do Ensino Médio em investigações, visitas a instituições que desenvolvem atividades relacionadas aos temas estudados e construção de vídeos, Silva (2020) observou uma nova percepção do fazer científico por parte dos alunos, com 95% tendo considerado a construção dos vídeos uma atividade investigativa. Conforme o autor, a participação discente nas atividades permitiu “desconstruir a imagem elitista e laboratorial do cientista” (p. 88).

Uma vez discutidas as potencialidades das sequências de ensino e as aprendizagens dos alunos para os conhecimentos procedimental e epistemológico, nos próximos parágrafos a atenção estará voltada para o conhecimento de conteúdo, ou conteúdo conceitual para alguns autores.

A organização das SEI de modo a iniciar pelos temas de sensação e percepção comprovou-se uma boa estratégia, pois permitiu que os conteúdos fossem desenvolvidos a partir de um contexto, que nesse caso foi o das experiências perceptuais dos próprios alunos. Seria interessante que, após o estudo de todos os sistemas sensoriais, um novo momento para discutir sensação e percepção tivesse tido espaço. As vantagens seriam duas: na intenção pedagógica, esses dois tópicos foram tratados muito superficialmente, tendo em vista ser o início da intervenção

educativa, assim, depois que as investigações seguintes fossem realizadas, um aprofundamento poderia resultar em aprendizagens sobre os processos do sistema nervoso que estão relacionados com a percepção; na intenção da pesquisa deste projeto, a compreensão “final” dos alunos sobre o que é sensação e percepção poderia ser mais bem averiguada.

Uma questão que merece ser discutida é da pertinência de uma maior inserção dos conteúdos de sistema nervoso nos de sistemas sensoriais. Nos livros didáticos, de modo geral, existem capítulos dedicados ao sistema nervoso, mas, na concepção do professor autor dessa pesquisa, dentro do tópico sobre sentidos, não existe relação suficiente com o sistema nervoso que possa facilitar a aprendizagem de como esses estímulos são percebidos. A impressão de que o enfoque maior do ensino se dá no órgão receptor surgiu a partir de diversas observações. Ainda no planejamento das atividades investigativas, houve grande dificuldade em conseguir imagens e vídeos que mostrassem toda a via sensorial, ou seja, tomando a visão como exemplo, a maioria dessas representações mostrava a luz chegando até o olho, atravessando suas estruturas até atingir a retina que é o receptor, faltando evidenciar como esse estímulo é transmitido até o cérebro.

Ao observar as hipóteses dos estudantes na terceira questão da segunda SEI, evidenciamos que as afirmações levam em consideração os receptores ou o órgão que contém os receptores, possivelmente como reflexo dessa centralidade do conteúdo no receptor sensorial. Em pesquisa por artigos científicos que relatassem experiências em sala de aula com o tema de sistemas sensoriais, o trabalho de Elliot (1996) foi o único entre os observados a conter um planejamento mais inclusivo e direcionado para importância do cérebro na sensação e na percepção.

Sperduti *et al* (2012) avaliaram os conhecimentos e interesses de estudantes italianos matriculados nas etapas de ensino que correspondem ao Ensino Fundamental e Médio do Brasil e concluíram que os alunos têm um conhecimento básico e fragmentado sobre o cérebro. Quando solicitados a explicar “Para que serve o cérebro?” (p.2), mediante a marcação de alternativas (havia mais de uma alternativa correta), a maioria dos alunos reconheceu que o cérebro teria função no pensamento (90,2%) e na movimentação do corpo (93,1%), enquanto apenas 34,1% destes marcaram a alternativa que apontava a relação do cérebro com sentir fome, sede e frio.

Em uma pesquisa realizada por Herculano-Houzel (2002), 2158 pessoas de diferentes níveis de instrução responderam a um questionário contendo 95 asserções acerca de temas como relação cérebro-mente, os sentidos, aprendizagem e memória. As asserções poderiam ser corretas ou falsas e os respondentes poderiam demonstrar concordância, discordância ou não saber opinar. Examinando-se apenas os resultados relativos aos indivíduos que tem o Ensino Médio como maior grau de escolaridade, 54% dos sujeitos consideraram correta a afirmação “No olho, há células que

identificam cada cor que nós enxergamos”, sendo que a afirmação é falsa, pois essa identificação ocorre no cérebro. Somente 32% dos indivíduos consideram falsa a asserção incorreta “A melhoria do sentido do tato nos cegos deve-se a um aumento do número de receptores na ponta dos dedos, e não a alterações no cérebro”.

É indiscutível que a pele é uma estrutura acessível aos alunos, enquanto o cérebro está encerrado dentro do crânio. Os objetos tocam a pele e, por pressuposto, é na pele que a dor é sentida. Aqui vem uma observação interessante: se por um lado o argumento de que é mais óbvio ou simples para o estudante considerar a estrutura receptora como a principal responsável pelo processo, assim não estaria o ensino envolvido na origem dessas concepções, por outro lado a existência dessa possível pouca relevância dada ao cérebro pelos estudantes deveria ser considerada nas propostas educativas.

Passando-se a tratar das aprendizagens dos alunos para os conhecimentos de conteúdo, nem tudo que foi aprendido pode ser considerado conceito, pois também foram aprendidos dados ou fatos, ou seja, informações isoladas que podem ser reproduzidas, mas são desprovidas de uma interpretação. Na perspectiva de Pozo e Crespo (2009), a noção de conceito é mais abrangente, correspondendo a uma rede de informações interligadas e dotadas de um significado. Ao empreender experimentações e participar das aulas, os estudantes tiveram contato com algumas informações novas, mas não muitas. Obviamente não se trata de uma negação da importância desse conhecimento, muito pelo contrário, pois a construção de conceitos tem seu alicerce nesses dados.

Retomando as ideias de Diesel, Baldez e Martins (2017), vivemos na sociedade da informação, por isso buscou-se integrar essas duas fontes informativas, a cotidiana e científica, aproximando essas duas esferas do saber, ou na verdade tornando aparente uma aproximação já existente na realidade, na perspectiva segundo a qual a atividade científica não está alheia ao que se passa na sociedade e provém da cultura, da economia e dos anseios populares. Na sala de aula, houve a pretensão de que o aluno fosse o agente compartilhador dessas duas esferas.

Por isso mesmo, nomes de estruturas corporais, termos descritivos de processos fisiológicos foram apresentados aos alunos ou pesquisados por estes, sempre evitando o exagero com a terminologia científica e buscando as relações com o vocabulário do dia a dia. Um exemplo bem-sucedido dessa intenção foi a opção do professor em apresentar o conceito de receptor através de uma analogia com a palavra sensor.

Se os fatos são aprendidos mediante repetição, os conceitos são aprendidos por compreensão, por atribuição de significado. Moreira (2011) enfatiza que não é fácil avaliar se de fato ocorreu essa significação por parte dos estudantes, sendo a explicação de um conceito através

de outras palavras ou sua aplicação em outro contexto indícios de sua ocorrência. É mais fácil analisar a potencialidade da proposta educativa em facilitar a aprendizagem significativa.

As conclusões elaboradas, a hipóteses reelaboradas e as respostas apresentadas nas aulas remotas podem ter sido resultado de uma verdadeira compreensão. Nesses casos, o planejamento das atividades investigativas de modo articulado, contínuo, permitindo ao aluno usar o conhecimento aprendido em uma investigação como conceito prévio para a ancoragem do novo conteúdo pode ter tido papel importante.

De todas as atividades para qual os alunos tiveram que apresentar uma solução, a construção dos modelos da SEI 2 e da SEI 6 foram as que tiveram maior índice de acertos. Muitas vezes um aluno detém um conhecimento, mas não consegue expressar através de palavras. Apesar de a linguagem verbal ser o meio mais empregado nas relações de ensino e aprendizagem, pois consiste em uma excelente estratégia comunicativa, não é a única forma de expressão humana. Os desenhos produzidos podem corresponder ao que Del-Corso, Luzia e Trivelato (2017) chamam de Inscrições Literárias, definidas como representações visuais tais como gráficos, modelos, desenhos e esquemas. No entendimento desses autores, os objetivos de se trabalhar com essas formas de expressão vão além da função didática, em razão de que o envolvimento em “práticas que envolvem o uso de inscrições pode afetar o entendimento dos estudantes sobre como o conhecimento científico é construído”. (p. 7256).

Wu (2006) analisou as inscrições literárias produzidas por estudantes e concluíram que o engajamento nessas práticas propicia meios para os alunos organizarem, transformarem e interligarem ideias. De fato, essas três ações foram realizadas pelos alunos participantes desta pesquisa quando propuseram seus modelos. Pensando dessa forma, uma inscrição literária é mais do que uma outra forma de comunicação, passando a ser também uma estratégia de organização do pensamento. Cada desenho feito pelos alunos apresenta informações e conceitos que talvez eles tivessem dificuldade em articular ou explicar.

Pinheiro (2020), em sua pesquisa de mestrado, promoveu a aprendizagem de conhecimentos relacionados ao tema de sistema digestório através do incentivo aos alunos para participarem de atividades investigativas, dentre elas a construção de modelos. A autora observou nessa estratégia educativa as mesmas capacidades de estimular a organização e transformação de concepções apontadas por WU. Ainda de acordo com ela, os modelos gerados não representavam apenas a anatomia do sistema fisiológico, mas também refletiam a fisiologia desse sistema. Essa intenção de construir modelos que representam a funcionalidade de um órgão ou estrutura corporal também fez parte do planejamento da presente pesquisa.

Quando a aprendizagem é significativa e o aluno compreende um conceito, este pode ser capaz de atuar em outro contexto, demonstrando ser competente. Em várias SEI, todos tiveram a chance de mobilizar conhecimentos de conteúdo, procedimentais e epistemológicos para o enfrentamento das situações problematizadas. Na última delas, a incapacidade de alguns alunos em encadear as etapas apresentadas da investigação científica e relacionar as partes do sistema visual com os componentes da via sensorial genérica pode ser consequência de vários fatores. Retomando as condições estipuladas por Ausubel para a ocorrência da aprendizagem significativa, pode ser que esses alunos não tenham de fato aprendido esses componentes da via sensorial genérica, ou então, para os que aprenderam, não conseguiram relacionar os conhecimentos prévios com a novas informações, seja pela falta de motivação intrínseca dos próprios alunos ou pela fragilidade das estratégias de ensino em favorecer a significação.

As atividades foram desenvolvidas em graus crescente de complexidade e de liberdade intelectual. Nas últimas investigações, os alunos agiram mais autonomamente e resolveram situações mais complexas do que as confrontadas nas primeiras SEI. Essa evolução foi modesta, entretanto foi satisfatória considerando-se a quantidade e atividades e o tempo interagido. Para Moreira (2011), a aprendizagem significativa demanda sucessivos encontros com os materiais didáticos e as situações de investigação. Este autor também adverte que boa parte do conhecimento cotidiano que as pessoas detêm foram aprendidos de forma significativa, apesar de poderem ser discordantes do saber cientificamente comprovado.

Nessa mesma linha de raciocínio, Pozo e Crespo (2009) defendem que essas concepções espontâneas estão tão bem arranjadas na estrutura cognitiva do indivíduo que constituem verdadeiras “teorias implícitas”, sendo, portanto, muito resistentes à mudança. Como consequência, o ensino escolar tem a função de promover a mudança conceitual, para que os alunos aprendam as teorias científicas e as utilizem para dar sentido às novas informações.

Esse entendimento de a aprendizagem significativa ser um processo no qual o aluno vai evoluindo em sua compreensão é a mesma apresentada por Sasseron (2018) e pela OCDE ao firmar a definição de letramento científico. Na visão desses especialistas em ensino e aprendizagem, um estudante vai se tornando cada vez mais letrado em Ciências à medida que desenvolve uma base conceitual e faz uso fundamento desse repertório. Os resultados desta pesquisa apresentaram indícios para isso, que os estudantes aprenderam conhecimentos, atuaram de forma competente e atingiram graus mais elevados de proficiência na área de Ciências.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das dificuldades decorrentes da falta de estrutura material para o empreendimento do ensino remoto somadas à pouca vivência de estudantes e professor com essa modalidade de ensino, o número de estudantes que participaram das atividades investigativas e o compromisso com a qual se envolveram pode ser considerada muito satisfatória. Todavia, permanece o prejuízo para os outros 44 alunos matriculados nas duas turmas e que não participaram de nenhuma das atividades investigativas. A realidade econômica e social em que vivem, o baixo investimento em educação e os agravos da pandemia da Covid-19 são sintomas de um quadro complexo que caracteriza a educação brasileira, cabendo às autoridades, com a participação da sociedade, reverter essa triste situação.

O diálogo entre os envolvidos, algumas vezes por meio de uma única palavra, foi suficiente para proporcionar a aprendizagem colaborativa tão defendida pelos teóricos da educação desde o século passado. Além disso, propor aos alunos a construção de modelos mostrou-se um excelente meio para facilitar o pensamento e a expressão de ideias, oportunizando a manifestação por outros meios que não a linguagem verbal.

A estratégia de ensino adotada realmente configurou-se como investigativa, pois as situações apresentadas à turma propiciaram a problematização, ou seja, os alunos perceberam a importância de buscar as respostas para dúvidas sobre questões relevantes. Nesse caminho, puderam exercitar habilidades típicas do fazer científico, como a elaboração de hipóteses, a experimentação, a exploração de fontes de conhecimento e proposição de uma conclusão. Por outro lado, a dificuldade apresentada por muitos alunos em proceder a investigação conforme as estratégias adotadas no meio científico mostraram as lacunas de aprendizagem deixadas pelo ensino tradicional e a necessidade do investimento em mais atividades que situem os estudantes no papel de verdadeiros cientistas.

A articulação feita entre as diversas SEI buscou viabilizar a aprendizagem significativa, na medida em que as novas compreensões poderiam tornarem-se mais repletas de significado, ocupando uma posição mais estável na estrutura cognitiva do aluno e funcionando como ancoradouro para a atribuição de significado a novas ideias. Contudo, ao observar os resultados desta pesquisa, ficou evidente que diversas vezes o entendimento do aluno não foi equivalente ao legitimado pela ciência. Mas, de fato, o objetivo não era exatamente esse, porque a aprendizagem não é um processo de tudo ou nada, devendo os esforços do professor serem direcionados para a mudança conceitual. Algumas alterações no sequenciamento das aulas e na postura do professor poderiam ter resultado em condições mais favoráveis de aprendizagem. Especificamente, teria sido

proveitosa uma aula destinada a sistematizar os conhecimentos aprendidos ao longo das SEI, principalmente aqueles referentes aos temas de sensação e percepção e como esses processos seriam integrados no cérebro com a influência de fatores como memória e emoção.

Por fim, além da identificação dos importantes ajustes necessários a futuras aplicações e a ampliação para maior alcance epistemológico, acreditamos que as SEI propostas por essa pesquisa proporcionaram aos estudantes assumirem a condição de aprendizes, exigindo deles habilidades que puseram em desenvolvimento o processo de letramento científico; permitiram a constatação de que, no território do aprender, há espaço para o erro e que, na verdade, esses erros seriam os estímulos que devem ser sentidos pelos alunos, submetidos ao processamento e percebidos como algo do qual podem tirar proveito. Ainda que sutilmente, essa constatação pode ter despertado nos estudantes o fato de que, na ciência, de uma investigação para outra, o ser humano vai buscando respostas para as mais diversas perguntas, dentre elas: como percebo o mundo ao meu redor?

REFERÊNCIAS

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BARDIN, L. **ANÁLISE DO CONTEÚDO**. 1ª ed. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARTHOLOMEW, H.; OSBORNE, J.; RATCLIFFE, M. Teaching students “ideas-about-science”: Five dimensions of effective practice. **Science Education**, v. 88, n. 5, p. 655–682, 2004.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25–40, 2011.

BUONOMANO, D. **O cérebro imperfeito**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

CARVALHO, A. M. P. DE. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. DE. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: Questões e Desafios Para a Educação**. 8ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2018.

CRUZ, M. M. S. FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 25 ed. São Paulo. Paz e Terra, 1996 (Coleção leitura), 166p. **Revista entreideias: educação, cultura e sociedade**, v. 13, n. 13, p. 1–92, 2009.

DALGALARRONDO, P. **Evolução do cérebro**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

DIESE, A.; BALDEZ, ; ; ALDA LEILA SANTOS; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268–288, 2017.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica Active teaching methodologies principles: a theoretical approach. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268–288, 2017.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar em Revista**, n. 24, p. 213–225, 2004.

ECUTIVO, R. E. S. U. M. O. E. X. RE SUM O E X ECUTIVO O ESTADO DA CRISE GLOBAL DA EDUCAÇÃO : [s.d.].

FAGUNDES, T. B. Os conceitos de professor pesquisador e professor reflexivo: perspectivas do trabalho docente. **Revista Brasileira de Educação**, v. 21, n. 65, p. 281–298, 2016.

FERREIRA, C. A. L. Pesquisa quantitativa e pesquisa qualitativa: Perspectivas para o campo da educação. **Revista Mosaico**, v. 8, n. 2, p. 173–182, 2015.

FORATO, T. C. DE M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. D. A. **Historiografia e natureza da ciência na sala de aula**
DOI: 10.5007/2175-7941.2011v28n1p27. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27–59, 2011.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. São Paulo: Paz e Terra, 1980.

FUSTER, J. M. **The Prefrontal Cortex**. 4. ed. London: Academic Press, 2008.

GAZZANIGA, M.; HEATHERTON, T.; HALPERN, D. **Ciência psicológica**. 5ª ed ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

GERMANO, M. G.; KULESZA, W. A. POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA: UMA REVISÃO CONCEITUAL. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 7–25, 2007.

INEP. **Relatório Brasil no PISA 2018**Inep/MECBrasília, 2018. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf>

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais de neurociência**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ateneu, 2010.

MACHADO, N. J. **Sobre a ideia de competência**FEUSP, , 2006. Disponível em: <<https://www.nilsonjosemachado.net/20060804.pdf>>

MOREIRA, M. A. Pesquisa em Educação em Ciências: Métodos Qualitativos. **Actas del PIDEC**, v. 4, p. 25–55, 2002.

MOREIRA, M. A. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. **Actas del PIDEC: Programa internacional de ...**, p. 1–73, 2003.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a Teoria e Textos Complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. ed. São Paulo: E.P.U., 2017.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. SOBRE O ENSINO DO MÉTODO CIENTÍFICO. **Cad.Cat.Ens.Fís.**, v. 10, 1993.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência ? What is the nature of Science and what is its relation with the History. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, p. 32–46, 2014.

OEDC, O. FOR E. C. AND D. PISA 2015 - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes: Science Framework. n. 2013, p. 1–26, 2015.

ORIGINAL, A. RELATO DE EXPERIÊNCIA : AS DIFICULDADES DOS PROFESSORES EM COLOCAR EM PRÁTICA AS AULAS REMOTAS . Introdução Este artigo tem como objetivo principal analisar as dificuldades do professor no processo de ensino / aprendizagem e seus desafios em momentos de r. 2020.

PINTO, S. L.; VERMELHO, S. C. S. D. Um panorama do enfoque CTS no ensino de ciências na educação básica no Brasil. **XI ENPEC**, p. 1–10, 2017.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5^o ed. Portp Alegre: Artmed, 2009.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**, v. 13, n. 2, p. 141–156, 2007.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios**. 1^a ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. DE. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A proposição e a procura de indicadores no processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333–352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. DE. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica ♦. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. FA. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avancados**, v. 32, n. 94, p. 25–42, 2018.

SILVERTHORN, D. U. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. 5^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

WILLIAM F, M.; MICHAEL P, C.; HIYA, A. The Role and Character of Nature of Science in Science Education. **The Nature of Science in Science Education**, p. 3–39, 1998.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ZOMPERO, A. DE F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para as aulas de ciências: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa**. Curitiba: Appris, 2016.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(A) Sr.(a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada: **COMO PERCEBO O MUNDO AO MEU REDOR? UMA PROPOSTA PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO POR MEIO DE INVESTIGAÇÕES SOBRE SENTIDOS E PERCEPÇÃO**, desenvolvida por **Cleodon Ronaldo Rego Fernandes**, aluno regularmente matriculado no Curso de **Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO**, da **Universidade Federal da Paraíba**, sob a orientação da professora **Dra. Fabíola da Silva Albuquerque**.

Os objetivos da pesquisa são: **Desenvolver sequências de ensino investigativas crescentes em grau de complexidade e de liberdade intelectual sobre os temas sentidos e percepção, alinhadas à promoção do letramento científico em estudantes do Ensino Médio.**

Justifica-se o presente estudo por se tratar de uma contribuição para a formação de alunos capazes de se apropriar do conhecimento científico e utilizá-lo de maneira crítica diante da crescente influência da ciência e tecnologia na sociedade em que vivemos.

A participação do MENOR SOB SUA RESPONSABILIDADE na presente pesquisa é de fundamental importância, mas será voluntária, não lhe cabendo qualquer obrigação de fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelos pesquisadores se não concordar com isso, bem como, participando ou não, nenhum valor lhe será cobrado, como também não lhe será devido qualquer valor.

Caso o MENOR SOB SUA RESPONSABILIDADE decida não participar do estudo ou resolver a qualquer momento dele desistir, nenhum prejuízo lhe será atribuído, sendo importante o esclarecimento de que os riscos da sua participação são considerados mínimos, limitados à possibilidade de eventual desconforto psicológico ao responder o questionário que lhe será apresentado, enquanto que, em contrapartida, os benefícios obtidos com este trabalho serão importantíssimos e traduzidos em esclarecimentos para a população estudada.

Em todas as etapas da pesquisa serão fielmente obedecidos os Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos, conforme Resolução nº. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplina as pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil.

Solicita-se, ainda, a sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos científicos ou divulgá-los em revistas científicas, assegurando-se que o seu nome será mantido no mais absoluto sigilo por ocasião da publicação dos resultados.

Caso a participação de vossa senhoria implique em algum tipo de despesas DEVIDAMENTE COMPROVADAS COMO DECORRENTES DESTA PESQUISA, as mesmas serão ressarcidas pelo pesquisador responsável, o mesmo ocorrendo caso ocorra algum dano.

Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

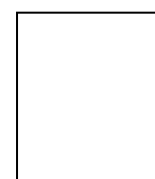
Eu, _____, declaro que fui devidamente esclarecido (a) quanto aos objetivos, justificativa, riscos e benefícios da pesquisa, e dou o meu consentimento para dela participar e para a publicação dos resultados, assim como o uso de minha imagem nos slides destinados à apresentação do trabalho final. Estou ciente de que receberei uma cópia deste documento, assinada por mim e pelo pesquisador responsável, como trata-se de um documento em duas páginas, a primeira deverá ser rubricada tanto pelo pesquisador responsável quanto por mim.

Natal-RN, ____ de _____ de 20__.

Pesquisador responsável

Participante da pesquisa
ou Responsável legal

Testemunha



Espaço para
impressão
dactiloscópica

Observação: O sujeito da pesquisa ou seu representante e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas deste documento.

Pesquisador Responsável: Prof. Cleodon Ronaldo Rego Fernandes

Endereço profissional do Pesquisador Responsável: Escola Estadual Prof.^a Crisan Siminéa, situada na Rua das Crendices, S/N – Bairro Lagoa Azul – Natal-RN - CEP: 59.135-070 – Fone: (84) 98848-1416 - E-mail: cleodonronaldo@yahoo.com.br

E-mail do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba: eticaccs@ccs.ufpb.br – fone: (83) 3216-7791 – Fax: (83) 3216-7791

Endereço: Cidade Universitária – Campus I – Conj. Castelo Branco – CCS/UFPB – João Pessoa-
PB - CEP 58.051-900

APÊNDICE B

TERMO DE ASSENTIMENTO

(No caso do menor de idade)

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa intitulada **COMO PERCEBO O MUNDO AO MEU REDOR? UMA PROPOSTA PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO POR MEIO DE INVESTIGAÇÕES SOBRE SENTIDOS E PERCEPÇÃO**, que está sendo desenvolvida por **Cleodon Ronaldo Rego Fernandes**, aluno regularmente matriculado no Curso de **Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO**, da **Universidade Federal da Paraíba**, sob a orientação da professora **Dra. Fabíola da Silva Albuquerque**.

Os objetivos da pesquisa são: **Desenvolver sequências de ensino investigativas crescentes em grau de complexidade e de liberdade intelectual sobre os temas sentidos e percepção, alinhadas à promoção do letramento científico em estudantes do Ensino Médio.**

Justifica-se o presente estudo por se tratar de uma contribuição para a formação de alunos capazes de se apropriar do conhecimento científico e utilizá-lo de maneira crítica diante da crescente influência da ciência e tecnologia na sociedade em que vivemos.

Para este estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): **utilização de Sequências de Ensino Investigativas sobre os temas sentidos e percepção por meio de aulas remotas, permitindo ao aluno a interação com seus colegas e o professor, bem como o desenvolvimento de investigações em sua própria casa.**

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo (especificá-lo ou risco maior que o mínimo, se for o caso). Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e

instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador(a) responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa. Vale ressaltar que durante todas as etapas da presente pesquisa serão cumpridas todas as determinações constantes da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que disciplina as pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil.

Eu, _____, fui informado(a) dos objetivos, justificativa, risco e benefício do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo assentimento assinado por mim e pelo pesquisador responsável, e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Natal-RN, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do Pesquisador responsável

Assinatura do(a) menor

Assinatura da Testemunha



Espaço para
impressão
dactiloscópica

Observação: O sujeito da pesquisa ou seu representante e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas deste documento.

Pesquisador Responsável: Prof. Cleodon Ronaldo Rego Fernandes

Endereço profissional do Pesquisador Responsável: Escola Estadual Prof.^a Crisan Siminéa, situada na Rua das Crendices, S/N – Bairro Lagoa Azul – Natal-RN - CEP: 59.135-070 – Fone: (84) 98848-1416 - E-mail: cleodonronaldo@yahoo.com.br

E-mail do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba: eticaccs@ccs.ufpb.br – fone: (83) 3216-7791 – Fax: (83) 3216-7791

Endereço: Cidade Universitária – Campus I – Conj. Castelo Branco – CCS/UFPB – João Pessoa-
PB - CEP 58.051-900.

APÊNDICE C

ROTEIRO

Experimentos “caixa de sensações” e “diferenciação de dois pontos”

Essa atividade envolverá dois experimentos: “caixa de sensações” e “diferenciação de dois pontos”. Consiga um(a) voluntário(a) entre as pessoas que estão convivendo com você presencialmente, podendo ser adolescente, adulto ou idoso.

Experimento 1: “caixa de sensações” - para ter uma ideia desse experimento, assista a primeira parte desse vídeo de 2:50 min. <https://www.youtube.com/watch?v=jxmjlSsr7J4>

Antes você precisa coletar em sua casa, **secretamente**, objetos de diferentes tamanhos e texturas, mas que não possam ser facilmente identificados pelo cheiro ou produção de algum som. Solicite ao voluntário sentar-se confortavelmente e mantenha-o com os olhos vendados. Em seguida, encoste e segure cada um dos objetos em contato com a pele das seguintes partes do corpo: costas, braço, perna e pé. Por último, permita o manuseio com as mãos. A cada etapa, o voluntário deve ser questionado, durante o contato em cada parte do corpo, de qual objeto se trata. As respostas devem ser registradas em uma tabela como esta apresentada abaixo.

	Costas	braço	perna	pé	mãos
Objeto A					
Objeto B					
Objeto C					
Objeto D					

Experimento 2: “diferenciação de dois pontos”.

Ainda com o voluntário sentado e vendado, realize o Experimento 2. Mas, antes desse momento, são necessários uma régua e um compasso (aquele equipamento que você usa na aula de trigonometria), mas caso você não o tenha, use um clip – veja nesse vídeo de 0:50 segundos como deverá ser utilizado (https://www.youtube.com/watch?v=6_CLrmhMSuQ). Inicialmente

mantenha o compasso fechado, ou seja, com as duas extremidades pontiagudas juntas, então, estando o voluntário de olhos vendados, toque com as duas pontas do compasso ao mesmo tempo nas costas e pergunte se ele sente que está sendo tocado por uma ou duas pontas do compasso, em seguida afaste as duas pontas em uma distância de 1mm e faça a mesma pergunta. Continue afastando as pontas do compasso em 1mm a cada toque e faça a mesma pergunta até que o voluntário afirme que sentiu ser tocado por duas pontas. Esse ciclo investigativo desse ser repetido para todas as outras partes do corpo apresentadas na atividade anterior. Atenção, o toque deve ser SUAVE, sem grande força. Deve-se ter cuidado para não pressionar muito e, com isso, provocar um machucão.

Na tabela abaixo, registre a medida da menor distância entre as pontas do compasso para a qual o voluntário conseguiu sentir as duas pontas.

Parte do corpo	Distância mínima para diferenciação de dois pontos
Costas	
Braço	
Perna	
Pé	
Dedos da mão	

APRÊNDICE D

EXPERIMENTO 1

TABELA A

	COSTAS	BRAÇO	PERNA	PÉ	DEDOS DA MÃO
CANETA	PINCEL	ALICATE	ALICATE	CANETA	CANETA
TAMPA DE GARRAFA	TAMPA DE GARRAFA	CAIXA DE FÓSFORO	BORRACHA	TAMPA DA GARRAFA	TAMPA DA GARRAFA
PENTE	PENTE	PENTE	PENTE	PENTE	PENTE
CONTROLE	CAIXA	PASTA	TESOURA	CONTROLE	CONTROLE

TABELA B

	COSTAS	BRAÇO	PERNA	PÉ	DEDOS DA MÃO
CORRETIVO	UNHA	BORRACHA	LUVA	CORRETIVO	CORRETIVO
PARAFUSO	UNHA	ESCOLA	LÁPIS	PREGO	PARAFUSO

TABELA C

	COSTAS	BRAÇO	PERNA	PÉ	DEDOS DA MÃO
BICO DE PATO	BATOM	BORRACHA	BORRACHA	GARFO	BICO DE PATO
BLUSH	CONTROLE	POTE	COPO	TAMPA	BLUSH

Após analisar as tabelas acima, responda as perguntas abaixo.

- 1- A quantidade de acertos foi igual para todas as partes do corpo? Por que isso ocorreu?
- 2- De que forma a tabela fornecida pelo professor ajudou na investigação?

EXPERIMENTO 2

TABELA A

TABELA: DISTÂNCIA DE 5 MILÍMETROS						
	2 PONTAS	2 PONTAS	1 PONTA	2 PONTAS	1 PONTA	1 PONTA
COSTAS	1	1	1	1	1	1
PONTA DO DEDO INDICADOR	2	2	1	2	1	1

BRAÇO	1	1	1	1	1	1
-------	---	---	---	---	---	---

TABELA B

TABELA: DISTÂNCIA DE 5 MILÍMETROS						
	2 PONTAS	2 PONTAS	1 PONTA	2 PONTAS	1 PONTA	1 PONTA
COSTAS	1	1	1	1	1	1
PONTA DO DEDO INDICADOR	2	2	1	2	1	1
BRAÇO	2	2	1	2	1	1

TABELA C

TABELA: DISTÂNCIA DE 5 MILÍMETROS						
	2 PONTAS	2 PONTAS	1 PONTA	2 PONTAS	1 PONTA	1 PONTA
COSTAS	1	2	2	1	1	1
PONTA DO DEDO INDICADOR	2	1	1	1	1	1
BRAÇO	1	1	1	2	1	1

Após a análise dessas três tabelas com resultados do experimento 2, responda as perguntas abaixo.

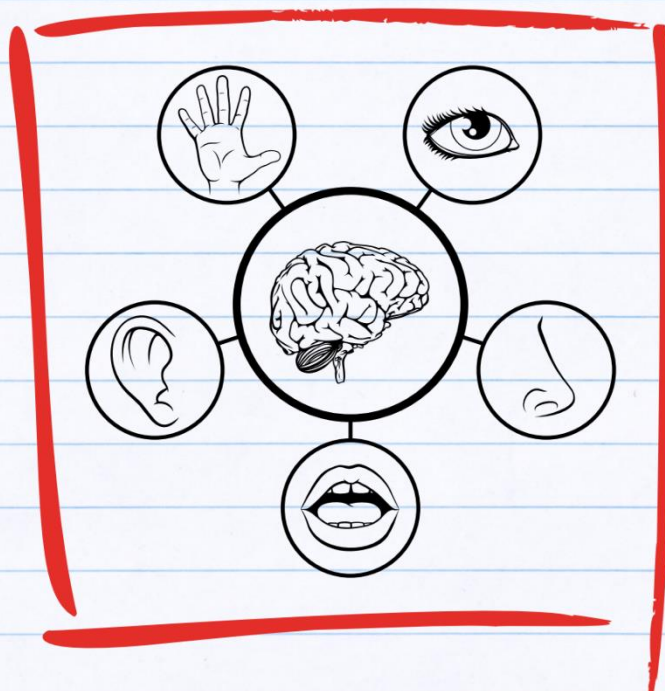
- 1) Qual importância você atribui ao uso do objeto com duas pontas (tesourinha, clip etc.) e da régua nesse experimento? Ou seja, explique como cada um dos dois foi importante e ajudou na experimentação.
- 2) Qual a vantagem ou função de algumas regiões da pele distinguirem melhor dois pontos próximos?
- 3) O que você acha que causa essa diferença de percepção entre as várias partes do corpo? (reflita a partir do modelo das vias sensoriais construído em nosso último encontro síncrono).

APÊNDICE E

GUIA DIDÁTICO

COMO PERCEBO O MUNDO AO MEU REDOR?

UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO DOS SENTIDOS E DA PERCEPÇÃO
QUE DESENVOLVE HABILIDADES DO LETRAMENTO CIENTÍFICO



CLEODON RONALDO REGO FERNANDES
FABIOLA DA SILVA ALBUQUERQUE



SOBRE OS PESQUISADORES



CLEODON RONALDO REGO FERNANDES

CONTATO: cleodonronaldo@yahoo.com.br

Graduado em Ciências Biológicas (Licenciatura) na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Atualmente, sou professor de ciências e biologia nas redes municipal e estadual de ensino em Natal-RN.



FABÍOLA DA SILVA ALBUQUERQUE

CONTATO: fabiolasalbuquerque@gmail.com

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1991), mestre em Psicobiologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1994) e doutora em Psicologia (Psicologia Experimental) pela Universidade de São Paulo (1999). Atualmente é professora titular do Departamento de Fisiologia e Patologia da Universidade Federal da Paraíba. Integra os Grupos de Pesquisa: Laboratório de Estudos em Memória e Cognição - LEMCOG (UFPB) Pesquisas e o de Estudos Interdisciplinares em Ensino de Ciências Biológicas (UFPB). É professora permanente e atual Vice-Coordenadora (03/2020-02/2022) do Mestrado Profissional de Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROF BIO, coordenado pela UFMG.



SUMÁRIO

Sobre os pesquisadores	1
Apresentação.....	2
Organização do guia	4
SEI 1	7
SEI 2	10
SEI 3	14
SEI 4.....	17
SEI 5	20
Discussão e sistematização.....	24
Apêndice A	25
Apêndice B	27

APRESENTAÇÃO

Contribuir com a formação de indivíduos que aprendem o conhecimento científico e os mobilizam para se autoconhecerem, desenvolverem sua personalidade e atuarem de forma fundamentada e consciente na sociedade é um objetivo do ensino de Biologia. O professor dedicado a mediar a aprendizagem do conhecimento e seu uso competente em situações diversas por parte dos estudantes, tem a sua disposição uma excelente literatura sobre o processo de ensino e a aprendizagem.

Os especialistas nessa área defendem que o conhecimento é construído pelo aluno ao articular informações e conceitos em sua estrutura cognitiva. Nessa ação, é importante que o professor traga o aluno para essa posição de protagonista, ao criar um ambiente motivador e repleto de situações cotidianas relacionadas aos temas de estudo.

Incorporar esses fundamentos teóricos em uma proposta efetiva de ensino demanda do professor ter uma intenção, uma ideia clara de quais caminhos seguir e quais destinos alcançar junto com seus alunos. Para isso, deve pensar em possibilidades, os meios capazes de permitir essa caminhada em busca do conhecimento.

Este guia didático representa justamente uma possibilidade de promover a aprendizagem de conhecimentos e competências necessárias ao letramento científico por meio do envolvimento dos estudantes em atividades investigativas sobre os conteúdos dos sentidos e da percepção.

O presente trabalho é resultado de uma intervenção pedagógica realizada em uma escola pública de Natal-RN durante o Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO). Na sua concepção foram consideradas, além das diretrizes nacionais de ensino e das teorias citadas acima, características dos alunos e da realidade em que vivem. Portanto, essa não é a única possibilidade de abordagem desses temas em

sala de aula, pois as mesmas metas podem ser atingidas através de diversos planejamentos.

Queremos convidar as professoras e os professores leitores para dialogarem com as sugestões aqui apresentadas, ao mesmo tempo em que torcemos para que façam as alterações pertinentes à realidade escolar que vivenciam. Boa leitura!

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pelo apoio com o financiamento (Código 001).

ORGANIZAÇÃO DO GUIA

O guia é composto por 5 atividades investigativas, também chamadas de Sequências de Ensino Investigativas (SEI). Cada uma dessas SEI inclui situações de pesquisa que propiciaram aos alunos a aprendizagem de conhecimentos e de competências necessárias ao desenvolvimento do letramento científico. O planejamento da SEI pressupõe a aplicação de cada uma delas em três momentos:

- ➔ Comunicação inicial com a proposição da investigação.
- ➔ Estudo dos textos, figuras e vídeos apresentados pelo professor, bem como a execução dos experimentos e resolução dos questionários.
- ➔ Discussão dos experimentos e das respostas dos questionários para dar continuidade a problematização e elaborar uma conclusão para o problema, permitindo a resignificação de alguns conhecimentos e a construção de novos.

A seguir são apresentados os conteúdos considerados temas principais de cada SEI:



SEI 1: SENSACÃO E PERCEPÇÃO



SEI 2: SOMESTESIA



SEI 3: AUDIÇÃO



SEI 4: OLFATO E PALADAR



SEI 5: VISÃO

Seguindo os pressupostos da teoria da aprendizagem significativa, as SEI foram planejadas com o objetivo de trabalhar os novos conceitos a partir dos conhecimentos que o aluno dispõe. Nesse sentido, as atividades do presente guia envolvem usar os conhecimentos que os alunos podem ter aprendido em uma aula para resolver situações da aula seguinte, em um processo que caracteriza a atuação competente por meio da mobilização de saberes em contextos diferentes. Nessa interação, tanto as novas ideias quanto as já estudadas podem adquirir novos significados.

A motivação dos estudantes depende do nível de desafio dos problemas a serem resolvidos. Situações muito fáceis não estimulam os alunos, enquanto as situações difíceis paralisam suas tentativas de resolução. Portanto, se o grau de dificuldade das SEI não estiver adequada, alterações precisam ser feitas.

Ao realizar as investigações, os alunos terão a oportunidade de aprender procedimentos e métodos característicos do fazer científico, mas só exercitar não é o suficiente. O professor tem que discutir com os estudantes as características dessas ferramentas e estratégias, permitindo a reflexão sobre suas capacidades e limites.

O enfoque investigativo das atividades tem como referência o conceito de Ciclo Investigativo apresentado por Scarpa e Campos (2018). Nesse ciclo, as etapas da investigação não constituem uma sequência única e linear, mas sim um conjunto de possíveis caminhos (Figura 1). Como pode ser visto, durante a investigação, a busca por dados e informações é possível tanto por experimentação quanto por exploração de fontes científicas de conhecimento. Nas SEI 1 e 4 a investigação envolverá a exploração, enquanto nas demais a experimentação será a opção adotada.

Ao final de cada SEI são apresentados conhecimentos e competências do PISA (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) que podem ser desenvolvidos pelos estudantes ao se envolverem nas atividades (OECD, 2015).

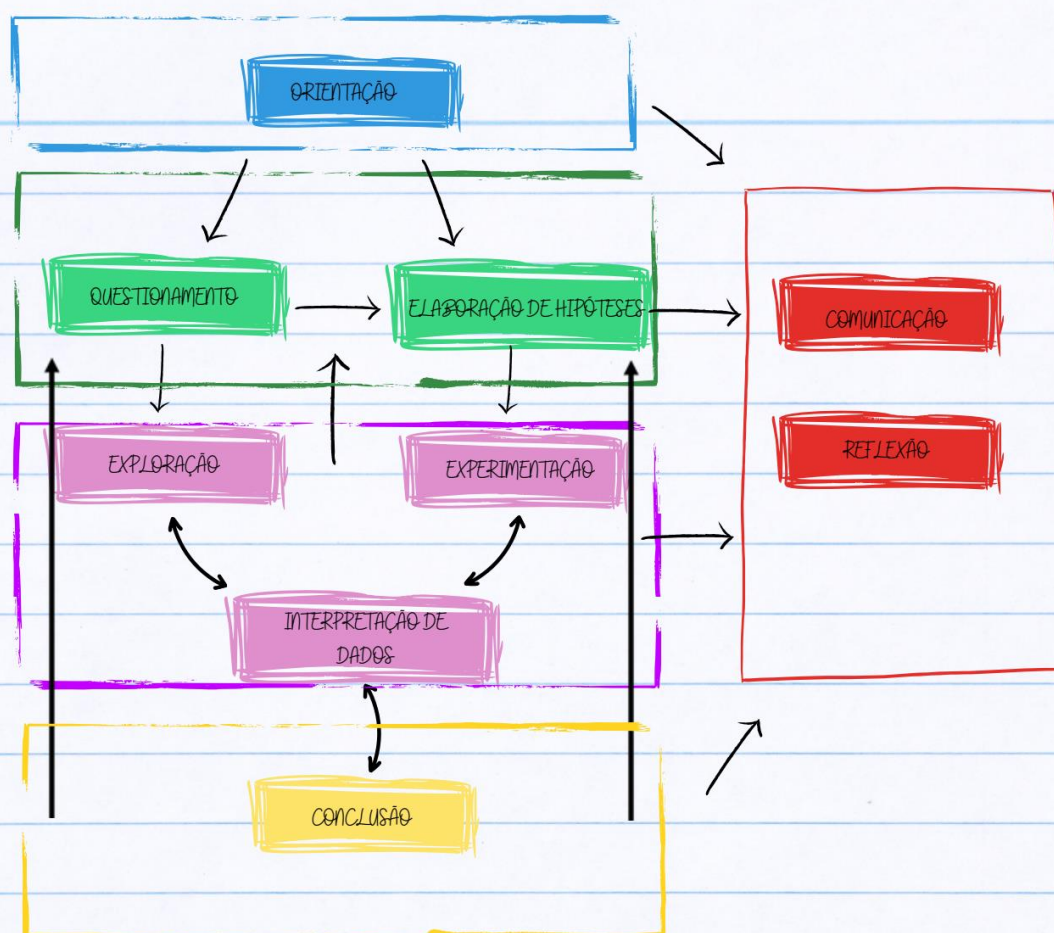


Figura 1

Fonte: Adaptado de SCARPA E CAMPOS (2018)

SEI 1



¿Que eu sinto? ¿Que eu percebo?

Na intenção de estimular os estudantes a participarem da discussão, o estímulo inicial pode a apresentação da pergunta: "¿Que eu sinto?", juntamente com imagens de pessoas em ambientes extremos de luminosidade, temperatura, barulho e situações capazes de causar dor. Uma vez que todos tiveram a oportunidade de se expressar, outra pergunta foi exposta: "¿Que eu percebo?". Para criar um ambiente propício a uma nova rodada de argumentação capaz de responder ao questionamento, a apresentação de imagens de ilusão de ótica ou do tipo "figura-fundo" (Figura 2) são boas opções. Apresentar um vídeo no qual é feito um teste de atenção seletiva criará mais empolgação para o debate. Um desses vídeos está disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=v2G698U2Mvo>. Em seguida, os conceitos de sensação e percepção poderão ser explicados.



LEMBRETE!

O professor deve relacionar as situações apresentadas nas imagens com situações do dia a dia dos alunos. As ideias apresentadas por eles evidenciam que estão interessados na aula e também fornece ao professor informações sobre os conhecimentos prévios que prevalecem na turma. Algumas perguntas feitas pelos estudantes nesse momento poderão ser retomadas pelo professor nas outras SEI, assim a compreensão poderá ser ampliada.

Figura 2: Imagem representando o processo figura-fundo.

Fonte:

<https://psicoativo.com/2017/01/percepcao-figura-fundo-psicologia-da-gestalt.html>

O segundo momento dessa aula envolve a elaboração coletiva de um modelo genérico de uma via sensorial. Para isso, o professor necessitará apresentar aos estudantes os quatro elementos em ordem aleatória (a ordem correta é: estímulo, receptor, condução do sinal e processamento). Essa construção será fundamental para o desenvolvimento das próximas SEI, pois a partir dela os alunos terão a oportunidade de associar os componentes desta via com os componentes dos sistemas sensoriais.

Caso o professor observe que alguns alunos apresentam dificuldade em encadear os componentes da via sensorial, uma analogia dessa via com os componentes de um sistema tecnológico capaz de detectar um estímulo facilitará a compreensão (Figura 3). Pode-se começar perguntando sobre qual componente da via representaria o estímulo, ou se o cérebro está mais relacionado com o processamento ou com a captação do movimento.

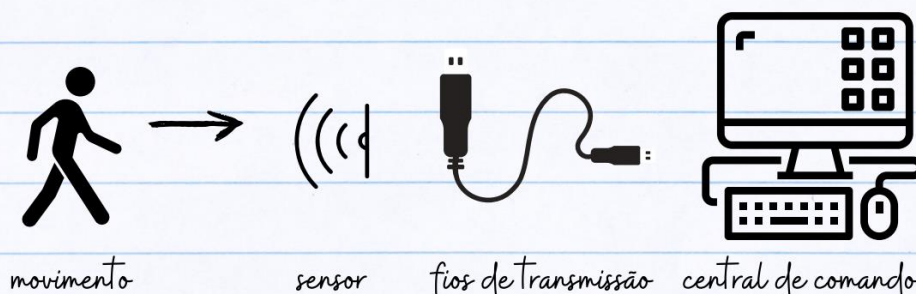


Figura 3

LEMBRETE!

Não é o objetivo dessa aula o pleno entendimento dos alunos sobre as diferenças entre sensação e percepção e quais são os constituintes de uma via sensorial. O fundamental nesse momento é a adesão dos estudantes às propostas de investigação apresentadas pelo professor. As aprendizagens alcançadas nesse primeiro encontro, mesmo que ainda distantes da concepção defendida pela ciência, serão resignificadas nas aulas seguintes.



O objetivo desta SEI é que os alunos aprendam os conhecimentos e desenvolvam as competências apresentadas abaixo.

Conhecimentos

- Propósitos e objetivos das observações científicas: produção de explicações do mundo natural
- Natureza de desenho específicos: observação, busca de padrões, experimentação

Competências

- Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado
- Oferecer hipóteses explicativas.
- Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas.



SEI 2

O que sentimos por meio da pele?



Inicialmente, a pergunta que serve de título para essa SEI deve ser apresentada. Se houver pouca interação dos alunos, perguntar quais das situações apresentadas nas imagens da aula anterior poderiam ser sentidas pelo toque. Tendo percebido que todos puderam se expressar, o professor iniciará uma explicação sobre tipos de receptores da pele e morfologia do córtex cerebral.

As novas informações servirão como organizadores prévios para os estudantes colocarem em prática os experimentos que deverão ser executados com o auxílio de um roteiro que também contém um questionário (APÊNDICE A) e será apresentado e explicado pelo docente. A realização dessas atividades em grupos compostos por 4 ou 5 alunos permitirá o intercâmbio de ideias e o desenvolvimento de habilidades comunicativas.

LEMBRETE!

O fato de os alunos estarem dedicados à experimentação não significa que o professor deve manter-se afastado dos grupos. São em situações como essa que uma aproximação mais direcionada com um aluno ou o grupo ao qual ele pertence é possível. Isso não sugere que o propósito é de oferecer respostas prontas para as dúvidas, pois, muitas vezes, os que os alunos necessitam é de uma pergunta que os levem a refletir.

No terceiro momento da SEI, as perguntas deverão ser retomadas e discutidas no grande grupo. Pode ser que algum aluno questione se o primeiro experimento não é uma brincadeira ou jogo, e se não o fizerem, o professor pode fazê-la, visto que, a partir dessa indagação, uma discussão sobre quais características são inerentes da atividade científica pode ter início.

Na sequência, um desafio será proposto. Os estudantes deverão empregar o que foi aprendido durante a experimentação e o diálogo para preencher modelos de receptores na pele e topografia do córtex sensorial. Para isso, o professor precisa exibir uma imagem representativa de uma secção coronal do cérebro que evidencie o córtex (figura 4) e fazer uma explicação atrelada ao questionamento de qual parte do modelo genérico da via sensorial construída na Atividade Investigativa 01 corresponde ao córtex. Os alunos serão orientados a desenhar no caderno a imagem da figura 5, que é uma representação simplificada da figura 4, para então usar caneta ou lápis de cor e evidenciar o tamanho da região do córtex responsável pelo processamento de cada uma das partes do corpo abordadas no experimento 2.



Figura 4

Fonte: <https://canalceciernjedu.br/recurso/514>



Figura 5

Fonte: O autor

O desafio também incluiu desenhar uma figura representativa da distribuição dos receptores em duas regiões do corpo (ponta do dedo indicador e costas). Nesse caso, oriente os estudantes para desenharem dois quadrados no caderno, com ambos representando a regiões de mesmo tamanho da pele, sendo uma pele do dedo indicador e outro a pele da região das costas.

Quando todos tiverem desenhado seus modelos, apresente-lhes uma imagem do "Homúnculo sensorial" (Figura 6) e da distribuição dos receptores das duas regiões consideradas (Figura 7). Pergunte a eles o que as imagens representam e se observam alguma semelhança entre elas e os modelos produzidos. Esse confrontamento entre o que os alunos produziram e o que é validado cientificamente possibilitará a ressignificação do que foi aprendido anteriormente. Também é indispensável fazer uma explicação de mais detalhes sobre a fisiologia do tato.

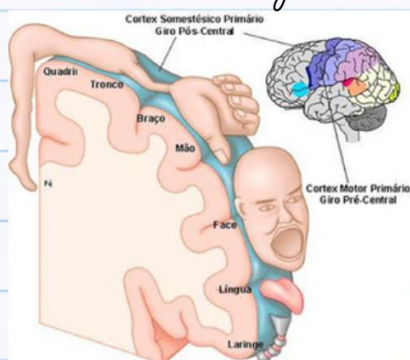


Figura 6

Fonte:

<http://papodefisioterapia.blogspot.com/2016/04/cortex-somatossensorial-primario-s1.html>

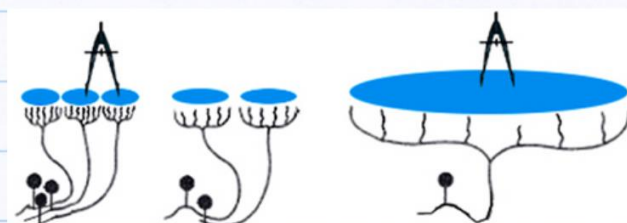


Figura 7

Fonte:

https://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/2_qualidade_vida_humana/Museu2_qualidade_corpo_sensorial_somestesia1.htm

LEMBRETE!

A valorização do professor para o esforço dos alunos é fundamental. Então, é válido salientar para toda a turma que a produção desses modelos requer articular vários conhecimentos em busca de uma explicação. Também deve estar claro que os alunos que não apresentaram um modelo em conformidade com o conhecimento científico podem ter desenvolvido um raciocínio correto em vários aspectos, tendo faltado considerar um ou poucos conceitos importantes.



O objetivo desta SEI é que os alunos aprendam os conhecimentos e desenvolvam as competências apresentadas abaixo.

Conhecimentos

- Formas de avaliar e minimizar incertezas: repetições, medidas médias.
- Ferramentas de representação de dados: gráficos e tabelas.
- Natureza de desenho específicos: observação, busca de padrões, experimentação.
- Propósitos e objetivos das observações científicas: produção de explicações do mundo natural.
- Natureza do raciocínio científico: dedução, indução, inferência, analogias e uso de modelos.
- Como afirmações científicas são apoiadas por dados e raciocínio na ciência.

Competências

- Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado.
- Identificar, utilizar e gerar modelos explicativos e representações.
- Oferecer hipóteses explicativas.
- Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas.



SEI 3

Para que duas orelhas?



No primeiro momento, é da incumbência do professor estimular a curiosidade e criar um ambiente favorável à apresentação de ideias. Assim, recomendamos a apresentação de imagens ou pequenos vídeos acerca de situações cotidianas nas quais a audição é importante, como também mostrando animais de hábito noturno que têm na audição o sentido principal para a localização espacial. Na continuidade, devem ser expostas imagens em movimento (GIF) representativas da captação, propagação e transdução da onda sonora dentro das estruturas internas da orelha. Dessa forma, o professor tem a possibilidade de explicar alguns aspectos da morfologia e fisiologia auditiva à medida que os alunos seguem apresentando suas versões sobre o que é observado.

O modelo de via sensorial produzido na SEI 01 precisa ser apresentado para que os estudantes possam relacioná-lo com a via auditiva. O instante em que o professor perceber que o ambiente está impregnado pela curiosidade e busca de conhecimento por parte dos estudantes é o mais adequado para apresentar a pergunta título dessa atividade, incentivando todos a realizar uma investigação capaz de trazer respostas com respaldo científico.

O segundo momento coincide com a realização do experimento por cada um dos grupos de estudantes. O roteiro que será entregue aos grupos (APÊNDICE B) precisa ser discutido, assim não haverá má compreensão orientações.

LEMBRETE!

Desenvolver habilidades relacionadas à comunicação e discussão de ideias também é um meta do ensino de Biologia. Portanto, os estudantes devem ser encorajados a argumentar e propor hipóteses. Dúvidas sobre a realização do experimento somente podem ser esclarecidas após a leitura das orientações do roteiro, dessa forma as habilidades de leitura e compreensão também serão fortalecidas. Caso as dúvidas persistam, o professor pode realizar uma demonstração da execução do experimento.

No terceiro momento, as tabelas produzidas pelos estudantes devem ser exibidas para toda a turma, viabilizando a retomada da problematização e a análise coletiva dos dados. O professor orientará os alunos para apresentarem uma conclusão sobre o que foi investigado, bem como uma justificativa que sirva de garantia para o que foi afirmado nessa conclusão.

Na sequência o professor questionará sobre a importância dos registros obtidos para a elaboração da conclusão. Nesse contexto, é função do professor direcionar a discussão para construir o conceito de evidência e de como estas são utilizadas na Ciência para justificar uma afirmação. Nesse instante, a seguinte pergunta pode ser feita: Por que os experimentos foram realizados mantendo o voluntário com os olhos fechados?

A partir das respostas dos alunos terá vez uma explicação, por parte do docente, do conceito de variáveis e de como o seu controle é importante na investigação científica. Para estimular mais um momento de reflexão sobre as conclusões apresentadas pelos alunos, o professor pode retomar a discussão acerca da audição de alguns animais, como por exemplo dos morcegos, explicando que eles apresentam baixa capacidade visual e indagando sobre a importância da audição para a localização espacial por parte desses animais. Dessa forma, os alunos poderão organizar respostas que incluam os novos conhecimentos aprendidos.

Após toda essa comunicação e reflexão, uma síntese deverá ser apresentada pelo professor, explicando como a captação do som pelas duas orelhas permite avaliar a localização da fonte sonora e como esse fenômeno é mais evidente no morcego.



O objetivo desta SEI é que os alunos aprendam os conhecimentos e desenvolvam as competências apresentadas abaixo.

Conhecimentos

- Conceitos de variáveis dependentes e independentes.
- Formas de avaliar e minimizar incertezas: repetições, medidas médias.
- Ferramentas de representação de dados: gráficos e tabelas.
- Natureza de desenho específicos: observação, busca de padrões, experimentação.
- Propósitos e objetivos das observações científicas: produção de explicações do mundo natural.
- Natureza do raciocínio científico: dedução, indução, inferência, analogias e uso de modelos.
- Como afirmações científicas são apoiadas por dados e raciocínio na ciência.

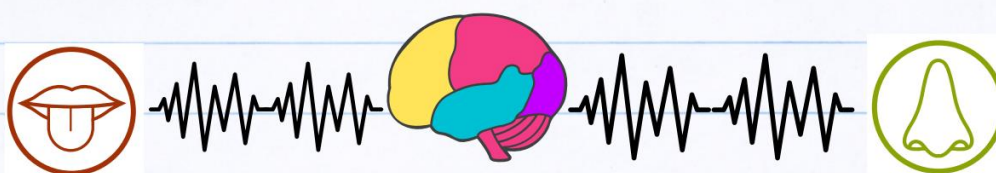
Competências

- Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado.
- Identificar, utilizar e gerar modelos explicativos e representações.
- Oferecer hipóteses explicativas.



SEI 4

Relação entre olfato e paladar: o que a ciência diz?



O professor deve apresentar imagens de situações do cotidiano que envolvam usar o paladar e o olfato, esclarecendo alguns conceitos básicos e desafiando os alunos a apontar quais partes dessas duas vias sensoriais correspondem a cada um dos componentes do modelo de via sensorial produzido durante a SEI 01.

Dando continuidade, o professor indagará os alunos sobre uma possível relação entre olfato e paladar, oportunizando a expressão de ideias por parte de todos. Quando o docente observar que os estudantes estão interessados em achar uma resposta, este poderá lhes fornecer um trabalho científico que trate desse tema. Um desses artigos está disponível em <https://www.scielo.br/j/acr/a/bT3BNDt8hxNBPYC4ckMtry/?format=pdf&lang=pt>. Esse artigo pode ser apresentado à turma como "um texto", assim sua caracterização como científica poderá ser discutida posteriormente.

Após a leitura, algumas perguntas podem ser entregues para que os alunos elaborem suas respostas. A seguir estão alguns exemplos de questões que auxiliaram os estudantes a explorarem e pensarem sobre o texto.

- 1- Você considera o texto como sendo de origem científica?
- 2- Sublinhe as palavras, frases ou partes do texto que você entende como sendo provas de que o texto é científico.

3- O conhecimento apresentado no texto foi produzido por apenas uma pessoa ou envolveu a colaboração de várias? Explique o que você observou para elaborar a sua resposta.

4- Qual foi o objetivo do estudo?

5- A que conclusão chegaram os cientistas após a investigação?

Dando sequência à aula, as perguntas respondidas pelos alunos devem ser retomadas pelo professor afim de que novos conhecimentos sejam construídos pelo compartilhamento de ideias. É importante que esse último momento da aula inclua uma síntese explicativa da relação entre olfato e paladar.

LEMBRETE!

Por meio das respostas e das falas dos estudantes, o professor pode conhecer melhor algumas de suas concepções com relação à natureza da ciência e seu papel na sociedade. Essas informações subsidiam a ação educativa em prol de uma visão mais adequada da ciência. É igualmente importante que o docente exemplifique claramente que diversas estratégias empregadas pelos cientistas, como a elaboração de hipótese, coleta de dados, comunicação de ideias e formulação de conclusão, foram desenvolvidas pelos alunos ao realizarem as investigações. Com isso, os alunos apresentarão maior predisposição para aprender e perceberão a ciência como uma atividade humana destinada a resolver problemas reais do dia a dia.



O objetivo desta SEI é que os alunos aprendam os conhecimentos e desenvolvam as competências apresentadas abaixo.

Conhecimentos

- Conceitos de variáveis dependentes e independentes.
- Natureza de desenho específicos: observação, busca de padrões, experimentação.
- Propósitos e objetivos das observações científicas: produção de explicações do mundo natural.
- Natureza do raciocínio científico: dedução, indução, inferência, analogias e uso de modelos.
- Como afirmações científicas são apoiadas por dados e raciocínio na ciência.
- Natureza das observações científicas.

Competências

- Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado.
- Identificar a questão explorada em dado estudo científico.
- Descrever e avaliar os vários caminhos que os cientistas usam para assegurar a confiabilidade dos dados e a objetividade.
- Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas.
- Identificar as premissas, evidências e argumentos em textos relacionados às ciências.



SEI 5

O que eu vejo ao meu redor?



No início da aula, o professor pode pedir que os alunos olhem para um ponto qualquer da sala de aula e tentem descrever como enxergam o entorno. No contexto da curiosidade e das observações do aluno, o professor explicará sobre tipos de receptores da retina e a diferença entre visão central e periférica.

Na sequência, o professor levantará a seguinte questão: Existem diferenças entre esses dois tipos de visão? Como podemos investigar sobre isso? O professor deverá solicitar aos estudantes que lembrem do que aprenderam sobre como planejar e executar uma investigação científica a partir das atividades já realizadas. O propósito dessa retomada será viabilizar a construção coletiva dos momentos de uma investigação.

Para essa atividade específica, as intenções do professor devem conduzir para o consenso da necessidade dos seguintes momentos: questionamento, levantamento das hipóteses, experimentação, interpretação de dados e conclusão. Também será por meio da cooperação entre professor e alunos que alguns aspectos da estruturação do experimento serão discutidos, incluindo a seleção do material e de como estes deverão ser manipulados, a orientação fornecida aos voluntários, os métodos para organização e apresentação de dados. As perguntas feitas pelo professor serão fundamentais para estimular e direcionar o raciocínio dos estudantes na busca por ideias que auxiliem nessa estruturação do experimento. Portanto, as seguintes perguntas devem ser postas:

- Como o voluntário deverá se posicionar durante a experimentação?
- Que tipos de objetos deveremos usar para avaliar a diferenças entre visão central e periférica?
- É importante que os objetos tenham formatos e cores diferentes?

Para dar mais condições aos alunos de planejar um experimento viável e capaz de fornecer dados seguros, dois vídeos podem ser apresentados, ambos contendo uma proposta de como investigar esses aspectos da visão. Apesar de os interlocutores do vídeo se comunicarem por meio da língua inglesa, as configurações permitem acrescentar legendas em português. Após essa apreciação, os alunos poderão incorporar ou adaptar algumas das estratégias observadas em seus experimentos.



Video 1: https://www.youtube.com/watch?v=Gb6Q9_em-XY

Video 2: <https://www.youtube.com/watch?v=YjsGvu74dAI>

LEMBRETE!

O professor deve acompanhar a discussão dos grupos sobre o planejamento da investigação. Em caso de dúvidas ou erro na organização, como por exemplo considerar a elaboração das hipóteses apenas após a experimentação, o professor trazer a reflexão para as investigações já realizadas, perguntando que etapas foram seguidas, quais cuidados se dever ter em cada etapa etc. Dessa forma, as repostas não são fornecidas prontamente e os alunos têm a chance de relacionar conhecimentos.

Após o momento de experimentação, cada grupo fará uma breve apresentação da sua investigação para que todos possam comentar. Em seguida, o docente usará os dados coletados pelos alunos como exemplo para discutir sobre como afirmações científicas são apoiadas por dados e raciocínio na ciência.

Em seguida, mais um desafio será proposto aos estudantes. Trata-se da construção de modelos representativos da distribuição dos receptores na retina. Alguns conhecimentos são necessários para cumprir essa tarefa, portanto o professor usará uma imagem (Figura 8) para explicar que a luz emitida pelo objeto para o qual estamos com a visão direcionada atingirá a região central da retina, enquanto a luz emitida pelo entorno atingirá as regiões periféricas. Partindo dessa premissa e dos conhecimentos construídos na atividade anterior, os alunos deverão desenhar um círculo em uma folha de papel e então usar duas canetas ou lápis de cor com cores diferentes, uma representando os cones e outra os bastonetes, para preencher o círculo na folha de papel. Em seguida o professor apresentará modelos que são apresentados na literatura (Figura 9), permitindo o confronto.

Dentro desse contexto, o professor iniciará uma discussão sobre as vantagens e limites do uso de modelos na investigação científica.

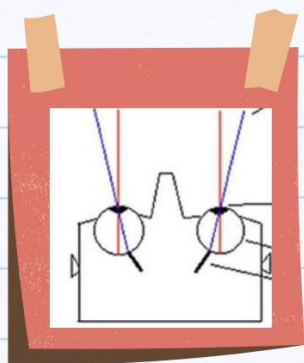


Figura 8
Fonte:

<http://www.pilotfriend.com/aeromed/medical/fovea.htm>

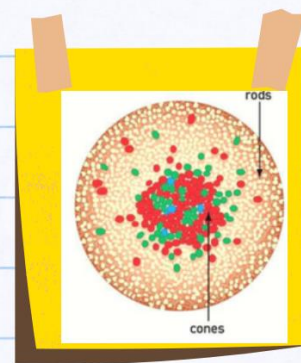


Figura 9
Fonte:

<http://www.webexhibits.org/causesofcolor/1G.html>



O objetivo desta SEI é que os alunos aprendam os conhecimentos e desenvolvam as competências apresentadas abaixo.

Conhecimentos

- Formas de avaliar e minimizar incertezas: repetições, medidas médias.
- Natureza de desenho específicos: observação, busca de padrões, experimentação.

- Propósitos e objetivos das observações científicas: produção de explicações do mundo natural.
- Natureza do raciocínio científico: dedução, indução, inferência, analogias e uso de modelos.
- Como afirmações científicas são apoiadas por dados e raciocínio na ciência.
- Natureza das observações científicas

Competências

- Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado.
- Identificar, utilizar e gerar modelos explicativos e representações.
- Oferecer hipóteses explicativas.
- Propor formas de explorar dada questão cientificamente.
- Descrever e avaliar os vários caminhos que os cientistas usam para assegurar a confiabilidade dos dados e a objetividade.
- Analisar e interpretar dados e tirar conclusões apropriadas.

Discussão e sistematização

Após a realização de todas essas atividades investigativas, muitas aprendizagens, como também dúvidas ou dificuldades, poderão ser observadas. Portanto, o professor deve planejar uma aula capaz de sanar essas demandas. Da mesma forma que a primeira aula tratou o conteúdo de sistemas sensoriais e percepção de forma ampla, bem geral, para em seguida discutir aspectos específicos relacionados aos sentidos e aos conhecimentos procedimentais e epistemológicos, agora cabe um momento de retomada e integração do que foi estudado. Assim, uma discussão sobre algum tema que perpassasse por todos os tópicos estudados permitirá não só a comunicação entre os alunos ou entre os alunos e o docente, mas também o exercício individual do pensamento ao articular elementos até então distantes.

Uma possibilidade é abordar o tema da sinestesia. O professor pode apresentar um vídeo com relatos de indivíduos sinestésicos, para, em seguida, apresentar a via sensorial genérica e perguntar aos alunos em qual componente da via ocorre a variação que resulta nesse fenômeno. Uma vez que os alunos tenham se expressado, o professor também pode indagar como é possível um estímulo captado por um receptor gerar uma percepção relacionada a uma modalidade sensorial distinta.

A curiosidade gerada pela observação do vídeo e das discussões poderá facilitar a aprendizagem do que será explicado pelo professor através de uma exposição que também será uma sistematização dos conteúdos estudados, enfatizando mais uma vez que a percepção é uma construção subjetiva do cérebro e não uma projeção fiel dos estímulos sensoriais.

APÊNDICE A

Experimentos "caixa de sensações" e "diferenciação de dois pontos"

Essa atividade envolverá dois experimentos: "caixa de sensações" e "diferenciação de dois pontos". Escolham um(a) voluntário(a) entre os integrantes do grupo.

Experimento 1: "caixa de sensações" - para ter uma ideia desse experimento, assistam à primeira parte desse vídeo de 2:50 min. <https://www.youtube.com/watch?v=jxmjl8grT24>

Antes vocês precisam coletar no material escolar ou na escola, secretamente, objetos de diferentes tamanhos e texturas, mas que não possam ser facilmente identificados pelo cheiro ou produção de algum som. Solicitem ao voluntário sentar-se confortavelmente e mantenha-o com os olhos vendados. Em seguida, encoste e segure cada um dos objetos em contato com a pele das seguintes partes do corpo: costas, braço, perna e pé. Por último, permita o manuseio com as mãos. A cada etapa, o voluntário deve ser questionado, durante o contato em cada parte do corpo, de qual objeto se trata. As respostas devem ser registradas em uma tabela como esta apresentada abaixo.

	Costas	braco	perna	pé	ponta do dedo indicador
Objeto A					
Objeto B					
Objeto C					
Objeto D					

Experimento 2: "diferenciação de dois pontos"

Ainda com o voluntário sentado e vendado, realize o Experimento 2. Mas, antes desse momento, são necessários uma régua e um compasso (aquele equipamento que você usa na aula de trigonometria), mas caso você não o tenha, use um clip – veja nesse vídeo de 0:50 segundos como deverá ser utilizado (<https://www.youtube.com/watch?v=6-CLrmhMSuQ>). Inicialmente mantenha o compasso fechado, ou seja, com as duas extremidades pontiagudas juntas, então, estando o voluntário de olhos vendados, toque com as duas pontas do compasso ao mesmo tempo nas costas e pergunte se ele sente que está sendo tocado por uma ou duas pontas do compasso, em seguida afaste as duas pontas em uma distância de 1mm e faça a mesma pergunta. Continue afastando as pontas do compasso em 1mm a cada toque e faça a mesma pergunta até que o voluntário afirme que sentiu ser tocado por duas pontas. Esse ciclo investigativo desse ser repetido para todas as outras partes do corpo apresentadas na atividade anterior. Atenção, o toque deve ser SUAVE, sem grande força. Deve-se ter cuidado para não pressionar muito e, com isso, provocar um machucão.

Na tabela abaixo, registre a medida da menor distância entre as pontas do compasso para a qual o voluntário conseguiu sentir as duas pontas.

Parte do corpo	Distância mínima para diferenciação de dois pontos
Costas	
Braco	
Perna	
Pé	
Ponta do dedo indicador	

APÊNDICE B

Para planejar e desenvolver sua investigação, bem como analisar o que foi observado, oriente-se pelas seguintes etapas:



Hipótese



Dialoguem no grupo e elaborem uma possível resposta que possa ser confirmada ou negada mediante investigação.



Experimentação

Para essa etapa, escolham um dos integrantes do grupo para ser o voluntário. Peça a esta pessoa que se sente em uma cadeira e feche os olhos. Mantendo o voluntário dessa forma, com os dois olhos fechados, outra pessoa deverá posicionar suas mãos e bater palmas nas seguintes posições relativas ao corpo do voluntário: em frente dele, atrás dele, do lado esquerdo, do lado direito, em cima da cabeça e embaixo da cadeira. É interessante bater palmas mais de uma vez em cada posição, então procure criar uma sequência que inclua produzir o som e perguntar duas vezes seguidas na mesma posição ou retornar à essa posição após passar por outras, como por exemplo na seguinte sequência: lado direito, embaixo, lado esquerdo, lado esquerdo, de frente, lado direito, em cima, atrás. Essa lógica dificulta a tentativa do voluntário de prever qual será a próxima posição em que o som será produzido.

Para cada vez que bater palmas em uma das posições citadas acima, deve-se perguntar ao voluntário em que posição foi batida as palmas, ou seja, de qual direção veio o som. Em seguida, repitam toda a sequência de eventos da experimentação, só que desta vez orientem o voluntário a usar um dedo da mão para tapar o meato externo da orelha direita de forma a impedir a entrada de som por essa orelha.

Esse experimento ainda deverá ser realizado mais uma vez, agora com o meato da outra orelha (a esquerda) tapado.

É muito importante que o voluntário permaneça com a cabeça parada durante essa experimentação, então vocês devem estar atentos para que ele ou ela, na intenção de acertar a sua pergunta, movimente a cabeça para os lados, para baixo ou para cima, mas isso não poderá ocorrer pois irá interferir nos resultados.

Todas as respostas do voluntário para as perguntas feitas devem ser registradas para depois serem analisadas. Considerem o que vocês aprenderam nas investigações anteriores sobre organização de dados e informações e criem uma tabela no caderno para registrar as observações do experimento.

ANEXO A

CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: COMO PERCEBO O MUNDO AO MEU REDOR? UMA PROPOSTA PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO POR MEIO DE INVESTIGAÇÕES SOBRE SENTIDOS E PERCEPÇÃO

Pesquisador: Cleodon Ronaldo Rego Fernandes

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 40003720.7.0000.5188

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.432.469

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma dissertação do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) do Centro de Ciências Exatas e da Natureza (CCEN), da Universidade Federal da Paraíba cujo pesquisador pretende desenvolver sequências de ensino investigativas crescentes em grau de complexidade e de liberdade intelectual sobre os temas sentidos e percepção, alinhadas à promoção do letramento científico em estudantes do Ensino Médio. Também apresentará um manual como produto pedagógico, permitindo a outros professores o desenvolvimento dessas sequências de ensino.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar sequências de ensino investigativas crescentes em grau de complexidade e de liberdade intelectual sobre os temas “sentidos e percepção”, alinhadas à promoção do letramento científico em estudantes do Ensino Médio.

Objetivo Secundário:

- Favorecer a aprendizagem significativa através de sequências investigativas relativas à conteúdos dos sistemas sensoriais e percepção, permitindo aos alunos o uso de conhecimentos e habilidades

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB**



Continuação do Parecer: 4.432.469

científicas necessárias à investigação de forma crítica e à explicação de fenômenos que venham a se deparar em seus diferentes contextos de vivência;

- Estimular o interesse pela ciência, valorizando tanto os métodos empregados, quanto os conhecimentos acumulados por ela ao longo das gerações;
- Relacionar a participação nas atividades investigativas com indicadores a respeito do letramento científico;
- Identificar elementos nas sequências investigativas com potencial de promoção da aprendizagem de conhecimentos e habilidades relativas ao letramento científico;
- Elaborar um manual que possa permitir a professores do Ensino Médio a aplicação de estratégias e o desenvolvimento de atividades adequadas à formação de alunos cientificamente letrados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Possíveis riscos incluem o constrangimento dos alunos por não conseguirem executar os experimentos propostos, assim as atividades serão conduzidas pelo pesquisador de forma a garantir a motivação e o bem estar dos alunos, enfatizando os aspectos positivos que cada um alcançou e promovendo o entendimento de que o erro faz parte do processo de aprendizagem.

Benefícios:

Promover nos estudantes o desenvolvimento de conhecimentos e competências científicas necessárias ao exercício pleno da cidadania crítica. Estimular a valorização do conhecimento de origem científica.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante e metodologia bem fundamentada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória atendem aos requisitos formais do CEP.

Recomendações:

Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sou de parecer FAVORÁVEL a execução desse projeto de pesquisa, salvo melhor juízo.

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB**



Continuação do Parecer: 4.432.469

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa. Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1657795.pdf	06/11/2020 17:07:34		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	9_TALE.pdf	06/11/2020 17:06:57	Cleodon Ronaldo Rego Fernandes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	8_TCLE_ALUNO.pdf	06/11/2020 17:06:27	Cleodon Ronaldo Rego Fernandes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	7_TCLE_RESPONSAVEL.pdf	06/11/2020 17:06:05	Cleodon Ronaldo Rego Fernandes	Aceito
Orçamento	6_ORCAMENTO.pdf	06/11/2020 17:05:29	Cleodon Ronaldo Rego Fernandes	Aceito
Cronograma	5_CRONOGRAMA.pdf	06/11/2020 17:05:01	Cleodon Ronaldo Rego Fernandes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	4_PROJETO_DETALHADO.pdf	06/11/2020 17:04:28	Cleodon Ronaldo Rego Fernandes	Aceito
Outros	3_TERMO_DE_ANUENCA_DA_ESCOLA.pdf	06/11/2020 17:03:58	Cleodon Ronaldo Rego Fernandes	Aceito
Outros	2_CERTIDAO_DE_APROVACAO.pdf	06/11/2020 17:02:20	Cleodon Ronaldo Rego Fernandes	Aceito
Folha de Rosto	1_FOLHA_DE_ROSTO.pdf	06/11/2020 16:59:45	Cleodon Ronaldo Rego Fernandes	Aceito

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB



Continuação do Parecer: 4.432.469

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JOAO PESSOA, 01 de Dezembro de 2020

Assinado por:

Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador(a))

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br