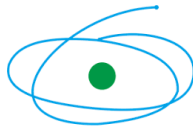




UnB



C A P E S



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
Instituto de Ciências Biológicas - IB
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO

**ATIVIDADES PRÁTICAS NAS AULAS DE FISIOLOGIA HUMANA
NO ENSINO MÉDIO**

CRISTIANE ROSA DE FARIA CARDOSO

**BRASÍLIA
2020**

CRISTIANE ROSA DE FARIA CARDOSO

**ATIVIDADES PRÁTICAS NAS AULAS DE FISIOLOGIA HUMANA
NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Prof. Dr. Christiano Del Cantoni Gati

BRASÍLIA

2020

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

CC933a CARDOSO, Cristiane Rosa de Faria
Atividades Práticas nas aulas de fisiologia humana no ensino médio / Cristiane Rosa de Faria CARDOSO; orientador Christiano Del Cantoni Gati. -- Brasília, 2020.
165 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) -- Universidade de Brasília, 2020.

1. Ensino de Biologia. 2. alfabetização científica. 3. fisiologia humana. 4. sequência didática. 5. ensino por investigação. I. Gati, Christiano Del Cantoni, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

CRISTIANE ROSA DE FARIA CARDOSO

ATIVIDADES PRÁTICAS NAS AULAS DE FISIOLOGIA HUMANA NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovado em 18 de novembro de 2020.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Christiano Del Cantoni Gati (Presidente)

Prof. Dr. Hélio José Santos Maia (Membro titular)

Profa. Dra. Consuelo Medeiros Rodrigues de Lima (Membro titular)

Profa. Dra. Alice Melo Ribeiro (Membro suplente)

Brasília
2020

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus que tem me dado força, sabedoria e saúde na realização deste projeto e no meu trabalho com os alunos.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a Deus por tantas bênçãos derramadas em minha vida e uma delas é a realização do curso de Mestrado.

Agradeço ao meu esposo Rubiano Ribeiro Cardoso por todo auxílio no decorrer desses dois anos de estudo.

Ao meu professor e orientador Dr. Christiano Del Cantoni Gati, pela ajuda na construção deste trabalho, pelos ensinamentos e consideração partilhados.

À turma do Profbio 2018, pelo compartilhamento dos sonhos, aprendizados e alegrias em vários momentos, bem como aos professores pelos ensinamentos e momentos tão agradáveis que passamos.

Agradeço à Universidade de Brasília, em especial ao Profbio, por nos dar a oportunidade de voltar aos estudos acadêmicos com a oportunidade de melhorar a educação básica de nosso país.

Agradeço ao Colégio Estadual João Gomes e aos alunos por terem participado da minha pesquisa, auxiliando-me nos novos desafios e na minha prática como educadora.

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

RELATO DA MESTRANDA

Ingressei em 2002 no curso de Ciências Biológicas - Habilitação em Biologia na Universidade Estadual de Goiás. Em 2006 fui aprovada no concurso público para professor de Ciências e Biologia da rede estadual de Goiás em Anápolis.

Durante os meus estudos na educação básica, no ensino fundamental e médio, o modelo de ensino e professor que tive estava baseado na prática de transmissão do conhecimento e a aula estava centrada na pessoa do professor. Nas minhas vivências de aluna não tive atividades que proporcionassem uma participação efetiva e ativa nas aulas, de modo que não realizei atividades práticas, tampouco, aulas experimentais.

Ao ingressar na educação superior, no curso de Biologia, tive contato com outras estratégias de ensino, participei de aulas práticas no laboratório de química, botânica, anatomia, histologia, microbiologia e biologia celular que desenvolviam atividades com esses aspectos: as aulas eram realizadas em grupos, e seguiam um roteiro no decorrer da aula e, posteriormente faziam um relatório padrão para ser entregue. Geralmente, ocorria uma aula teórica na sala de aula e em seguida eram realizadas atividades experimentais que confirmavam os conteúdos ministrados anteriormente.

Como professora, procurei desenvolver as atividades experimentais na escola, não muito diferente da prática que recebi na minha formação inicial. Ora os alunos demonstravam um experimento que confirmava a teoria, ora os alunos apenas observavam ao microscópico as lâminas com material biológico para, em seguida, fazer um desenho e responder as atividades que eram passadas no quadro negro. Os alunos quase sempre ficavam sentados ouvindo as explicações para, em seguida, copiar no caderno as explicações e atividades propostas por mim. Assim, quando havia experimentos, esses tinham caráter demonstrativo, nos quais os alunos observavam a experiência e anotavam os dados que a professora “ditava”.

Assim, durante a minha vivência, como aluna e como professora, não observei aulas práticas com caráter questionador, em que as atividades investigativas abertas poderiam ser trabalhadas com o objetivo de desenvolver a participação ativa e mais crítica, reflexiva por parte dos alunos. Fato que foi modificado ao entrar na segunda turma de mestrado do PROFBIO no qual tive experiências e estudos que me fizeram aprimorar a metodologia utilizada em sala, buscando proporcionar aos estudantes um ensino relevante, contextualizado e motivador. Como professora, utilizo várias técnicas

de ensino como jogos didáticos, experiências investigativas e recursos de mídia que foram aplicadas em sala de aula relacionados aos temas 1, 2 e 3 como experiência vivenciada durante a minha caminhada no mestrado. Também atualizei meus conhecimentos acerca do ensino e das áreas como Botânica, Microbiologia, Bioquímica, Evolução, dentre outras.

O PROFBIO mudou em mim muitas atitudes e pensamentos que estavam comuns e acomodados sem reflexão na minha prática profissional principalmente trabalhar em sala de aula com uma visão investigativa.

RESUMO

Vários estudos têm demonstrado que as atividades práticas auxiliam na aprendizagem dos alunos, motivando-os e despertando o interesse pelas aulas de Biologia. Atualmente, a maioria das aulas são teóricas expositivas, levando somente à memorização de conteúdos. As atividades práticas investigativas contribuem para a melhoria desse quadro, despertando suas diversas inteligências e competências, a curiosidade e o pensamento crítico, almejando, principalmente, uma aprendizagem relevante para dentro e fora da escola. Nesta pesquisa foi produzida e aplicada uma sequência didática com aulas práticas sobre o sistema respiratório com uma abordagem investigativa e que poderá ser utilizada nas aulas de biologia no ensino médio, auxiliando na construção do modelo do pulmão e na resolução de três situações-problemas (engasgamento, pneumotórax e crise asmática). A pesquisa foi desenvolvida em um colégio da rede pública estadual na cidade de Anápolis (GO) com vinte e três alunos da segunda série do ensino médio, que foram organizados em pequenos grupos na sala de aula. A partir de um problema ou questionamento proposto pela professora sobre o sistema respiratório, os alunos foram instigados a exporem suas hipóteses, levantarem e registrarem seus dados, discutirem as ideias com seu grupo e, por fim, comunicarem seus resultados com a turma, tendo como meta a compreensão do conteúdo e o desenvolvimento de habilidades cognitivas próprias do conhecimento científico. Para essas etapas, foi utilizado o Ensino por Investigação como uma Abordagem Didática para a construção da sequência didática, almejando, também, a Alfabetização Científica. Os resultados demonstraram uma possibilidade na melhoria do desempenho dos estudantes tanto na motivação e no interesse quanto na aprendizagem do conteúdo trabalhado de forma investigativa, pois visava o protagonismo dos alunos. Em relação às respostas ao questionário aplicado, os resultados mostraram o aumento na atenção dos estudantes, melhora no entendimento dos conceitos, na capacidade de relacionar o conteúdo trabalhado com situações cotidianas e com os conhecimentos prévios, além do da melhora na interação entre os alunos, na motivação e no interesse. Assim, além de aprenderem conteúdos específicos de forma mais integrada, relevante e contextualizada, também desenvolveram habilidades envolvidas no saber científico.

Palavras-chave: Ensino de Biologia, alfabetização científica, fisiologia humana, sequência didática, ensino por investigação, sistema respiratório.

ABSTRACT

Several studies have shown that practical activities help students to learn, motivate and arouse interest in Biology classes. Currently, most classes are theoretical expositions, leading only to the memorization of contents. Practical investigative activities contribute to the improvement of this situation, awakening their diverse intelligences and competences, curiosity and critical thinking, aiming, mainly, for relevant learning inside and outside the school. In this research, a didactic sequence was produced and applied with practical classes on the respiratory system with an investigative approach that can be used in biology classes in high school, assisting in the construction of the lung model and in the resolution of three problem situations (choking), pneumothorax and asthmatic crisis). The research was developed in a public school in the city of Anápolis (GO) with twenty-three students of the second grade of high school, who were organized in small groups in the classroom. Based on a problem or question proposed by the teacher about the respiratory system, students were encouraged to expose their hypotheses, raise and record their data, discuss ideas with their group and, finally, communicate their results with the class, aims to understand the content and develop cognitive skills typical of scientific knowledge. For these stages, Teaching by Investigation was used as a Didactic Approach for the construction of the didactic sequence, also aiming at Scientific Literacy. The results demonstrated a possibility in improving student performance both in motivation and interest and in learning the content worked in an investigative way, as it aimed at the protagonism of students. Regarding the responses to the applied questionnaire, the results showed an increase in students' attention, an improvement in the understanding of concepts, in the ability to relate the content worked with everyday situations and with previous knowledge, in addition to an improvement in the interaction between students, motivation and interest. Thus, in addition to learning specific content in a more integrated, relevant and contextualized way, they also developed skills involved in scientific knowledge.

Keywords: Biology teaching, scientific literacy, human physiology, didactic sequence, research teaching, respiratory system.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1- Materiais que foram utilizados na confecção do pulmão caseiro..... | 64 |
| Figura 2- Grupos de alunos pesquisando em livros didáticos | 75 |
| Figura 3- Comparação das hipóteses com a pesquisa realizada em sala do grupo 1 | 75 |
| Figura 4- Comparação das hipóteses com a pesquisa realizada em sala do grupo 2..... | 76 |
| Figura 5- Comparação das hipóteses com a pesquisa realizada em sala do grupo 3..... | 76 |
| Figura 6- Comparação das hipóteses com a pesquisa realizada em sala do grupo 4..... | 76 |
| Figura 7- Comparação das hipóteses com a pesquisa realizada em sala do grupo 5..... | 77 |
| Figura 8- Pulmão artificial de garrafa pet.. | 79 |
| Figura 9- Grupos de alunos enchendo os balões para construção da maquete..... | 80 |
| Figura 10- Alunos usando cola quente para vedar o local de encaixe da mangueira | 81 |
| Figura 11- Mangueira no formato de T..... | 81 |
| Figura 12- Mangueira com arame no seu interior dando o formato de Y..... | 82 |
| Figura 13- Aluna testando possível vazamento de ar na mangueira..... | 82 |
| Figura 14- Aluno prendendo bexigas nas extremidades da mangueira com elástico. | 83 |
| Figura 15- Balões presos na extremidade da mangueira com elástico. | 83 |
| Figura 16- Aluno furando a tampinha da garrafa para montagem interna da maquete. . | 84 |
| Figura 17- Mangueira encaixada no interior da garrafa na forma de Y invertido..... | 84 |
| Figura 18- Grupo de alunos encaixando o arame na parte inferior da garrafa | 85 |
| Figura 19- Grupo de alunos colocando o balão na parte inferior da garrafa..... | 85 |
| Figura 20- Aluno usando a fita para finalizar o pulmão caseiro | 86 |
| Figura 21- Aluno testando o pulmão artificial caseiro..... | 86 |
| Figura 22- Desenho do pulmão artificial realizado pelo grupo | 87 |
| Figura 23- Alunos discutindo o funcionamento do pulmão artificial..... | 87 |
| Figura 24- Feijões obstruindo as vias respiratórias..... | 88 |
| Figura 25- Grupo testando a situação A usando grãos de feijão | 88 |

| | |
|--|-----|
| Figura 26- Grupo apresentando sua situação..... | 89 |
| Figura 27- Balão que representa o diafragma perfurado..... | 90 |
| Figura 28- Caixa torácica perfurada representada pela garrafa pet. | 90 |
| Figura 29- Grupo 2 simulando a situação B na maquete | 91 |
| Figura 30- Grupo 5 simulando a situação B na maquete | 91 |
| Figura 31- Aluna colocando amoeba para representar o muco espesso e o estreitamento das vias respiratórias | 93 |
| Figura 32- Grupo 3 simulando a situação C na maquete | 94 |
| Figura 33- Representação do estreitamento da traqueia pela amoeba. | 95 |
| Figura 34- Grupos de alunos apresentando suas conclusões..... | 96 |
| Figura 35- Desempenho dos 23 estudantes nas duas questões do simulado sobre o sistema respiratório | 99 |
| Figura 36- Desempenho dos 23 estudantes nas duas questões do simulado sobre o sistema circulatório | 99 |
| Figura 37- Média dos 23 estudantes nas questões de sistema respiratório e sistema circulatório no simulado..... | 99 |
| Figura 38- Resultado da questão “A organização da aula ajudou a me manter atento ao assunto tratado” | 100 |
| Figura 39- Resultado da questão “Percebi relações do conteúdo da aula com as situações do meu dia a dia” | 101 |
| Figura 40- Resultado da questão “A estrutura/dinâmica da aula me fez querer ler mais sobre o assunto” | 101 |
| Figura 41- Resultado da questão “O conteúdo da aula está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía” | 102 |
| Figura 42- Resultado da questão “No decorrer da aula senti confiança de que estava aprendendo” | 103 |
| Figura 43- Resultado da questão “Acho que poderei utilizar no meu dia a dia as coisas que aprendi na aula” | 103 |
| Figura 44- Resultado da questão: “Acho que vou esquecer rapidamente o que aprendi na aula” | 104 |

| | |
|---|-----|
| Figura 45- Resultado da questão “Eu não percebi o tempo passar na aula. Quando me dei conta ela já tinha acabado” | 105 |
| Figura 46- Resultado da questão “Pude interagir com outras pessoas durante a aula”. 105 | |
| Figura 47- Resultado da questão “Eu gostaria de ter mais aulas que seguissem essa estrutura/dinâmica” | 106 |
| Figura 48- Escreva sua opinião sobre a metodologia usada para aprender sobre o corpo humano | 107 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais..... 38

Tabela 2- Categorização da questão aberta do questionário a partir das respostas dos alunos sobre a metodologia usada na aplicação da sequência didática..... 107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Alfabetização Científica

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAAE – Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

CNE – Conselho Nacional de Educação

DCNEB – Diretrizes Nacionais Curriculares da Educação Básica

DCNEM – Diretrizes Nacionais Curriculares para o Ensino Médio

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação

SEI – Sequência de Ensino Investigativa

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| 1. Introdução..... | 17 |
| 1.1. Fisiologia humana no Ensino Médio | 19 |
| 1.2. Alfabetização Científica..... | 22 |
| 1.2.1. Eixos Estruturantes e Indicadores de Alfabetização Científica | 24 |
| 1.3. Ensino por Investigação | 28 |
| 1.4. Sequência de Ensino Investigativa | 37 |
| 1.5. Base Nacional Comum Curricular para o ensino de Ciências e Biologia | 46 |
| 1.5.1. Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias | 53 |
| 2. Objetivo Geral..... | 56 |
| 2.1. Objetivos específicos | 56 |
| 3. Material e Métodos | 57 |
| 3.1. Local de realização da pesquisa | 57 |
| 3.2. População estudada..... | 57 |
| 3.3. Garantias éticas aos participantes da pesquisa | 58 |
| 3.4. Método utilizado..... | 59 |
| 3.5. Instrumentos da pesquisa..... | 60 |
| 3.5.1. Diário de bordo | 610 |
| 3.5.2. Atividades da Sequência Didática Investigativa..... | 61 |
| 3.6. Coleta de dados sobre desempenho dos estudantes..... | 66 |
| 3.7. Coleta de dados da impressão dos estudantes | 68 |
| 4. Resultados..... | 69 |
| 4.1. Resultado quantitativo | 98 |
| 4.2. Resultado das questões fechadas do questionário..... | 99 |
| 4.2.1. Resultado da questão aberta do questionário | 106 |
| 4.2.2. Outros relatos e constatações | 109 |
| 5. Discussão | 110 |

| | |
|--|------|
| 6. Conclusão | 122 |
| 7. Referências Bibliográficas..... | 123 |
| 8. Apêndices | 132 |
| APÊNDICE 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para Responsável/Representante Legal..... | 132 |
| APÊNDICE 2 – Termo de Assentimento | 134 |
| APÊNDICE 3 - Termo de autorização para utilização de imagem para fins de pesquisa do responsável/representante legal do participante..... | 136 |
| APÊNDICE 4 - Termo de Autorização para Utilização de Imagem para fins de pesquisa do participante..... | 137 |
| APÊNDICE 5 – Questionário para os alunos da 2ª série do Ensino Médio | 138 |
| APÊNDICE 6 – Teste sobre os movimentos respiratórios utilizado no trabalho de Aragão (2019) para comparação com o aplicado nesta pesquisa..... | 1411 |
| APÊNDICE 7 – Questões realizadas pelos alunos no simulado nesta pesquisa sobre o sistema respiratório..... | 1422 |
| APÊNDICE 8 – Produto Educacional - Sequência Didática | 1433 |
| SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: SISTEMA RESPIRATÓRIO | 1444 |
| ANEXO..... | 163 |
| Certificado de Aprovação do comitê de ética | 163 |

1. Introdução

A apatia, o desinteresse e o baixo rendimento dos estudantes são algumas das dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Bizzo (2007), o desinteresse e a desmotivação dos alunos na sala de aula se devem, muitas vezes, a aulas expositivas que levam à memorização de uma longa lista de fatos e datas com nomes difíceis de serem entendidos e pronunciados. Também contribui para a apatia a forma descontextualizada, fragmentada, abstrata e longe das situações cotidianas dos estudantes com que os conteúdos de Biologia são ministrados (SILVA, 2018). Para explicar o baixo rendimento, Silva (2018) ainda soma a esse quadro o uso de metodologias passivas, nas quais o aluno não tem uma postura ativa, ele simplesmente senta-se na cadeira da sala de aula, escuta a exposição monóloga do professor e reage aos seus comandos quando é solicitado, ou seja, o aluno não faz nada que não for pedido em sala de aula, espera por respostas em vez de dá-las, busca repetir da melhor forma possível aquilo que o professor explica durante a aula. Isso porque essas abordagens, em que o professor é o único detentor e fornecedor do conhecimento e o estudante é um simples depositário de informação, resultam em uma mera memorização de conteúdo pelo aluno para obter desempenho nos testes e nas provas. Passada a avaliação, o discente esquece o que foi estudado. Neste trabalho, temos essa ideia sobre metodologia passiva.

Uma maneira de se aumentar o interesse dos estudantes e a participação destes nas aulas de Biologia é o uso de aulas práticas. Essas atividades podem ser instrumentos de ensino nas aulas de Biologia para despertar a motivação e o interesse do estudante, levando-o ao pensamento crítico, despertando a curiosidade e a imaginação (SOARES; BAIOTTO, 2015). Segundo Krasilchik (2016), aula prática é um conjunto de ações entre o estudante e instrumentos concretos, cuja principal função é criar um vínculo entre a teoria e o meio no qual o aluno está inserido. De acordo com Lima e Garcia (2011), a utilização da prática possibilita uma melhor compreensão de Biologia, sendo a experimentação a peça fundamental para um bom ensino, assim, as atividades práticas em sala de aula proporcionam ao educando a oportunidade de ser ativo, participante e seguro de suas decisões.

Aragão e Alves (2017) também mostram que as atividades práticas no ensino de Biologia facilitam o aprendizado dos alunos e permitem que eles possam ser os protagonistas desse ensino, ao interagir com as experiências e ao observar os fenômenos, inclusive podendo despertar a vocação científica em alguns alunos. Além disso, aulas práticas fortalecem valores como trabalho em grupo, companheirismo e confiança (ARAGÃO e ALVES, 2017). As aulas práticas podem ser consideradas metodologias ativas, que são entendidas como uma forma de engajar os estudantes na aula de maneira que ele possa ter um papel participativo e o professor deixa de ser um transmissor para assumir um papel de mediador, auxiliando os alunos na construção de seu próprio conhecimento (HENRIQUES et al., 2014).

Porém, as atividades práticas não podem se resumir apenas em experimentos de laboratório, nomeando e manipulando vidrarias e reagentes e seguindo rigorosamente um roteiro de aula prática com resultados já esperados pelo professor. Aragão (2019) demonstrou que, quando a aula é nesse formato, os resultados não são satisfatórios no que tange ao desempenho e à compreensão dos conceitos. Elas devem ser uma atividade investigativa, garantindo ao aluno um espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, valores e atitudes. Isso levará o estudante a perceber a construção do conhecimento e estimulará a atuação ativa na formação de seu próprio conhecimento (ZOMPERO e LABURÚ, 2016). Portanto, as aulas práticas, com abordagem investigativa, assumem características de metodologia ativa.

De acordo com Zompero e Laburú (2016), são exemplos de metodologias ativas o ensino por descoberta, a aprendizagem por projetos, por questionamentos, por resolução de problemas, dentre outras. Essas abordagens preparam os alunos para serem pensadores ativos em busca de respostas, ao invés de memorizadores de informações. O uso dessas metodologias possibilita o raciocínio e valoriza as habilidades cognitivas dos alunos, como também a cooperação entre os estudantes.

Quando se trata especificamente do ensino de fisiologia humana no ensino médio, o quadro de desinteresse e não-aprendizado se repete. Mais uma vez, as aulas sobre o corpo humano são, geralmente, no formato expositivo sem a participação efetiva do aluno, cujo o objetivo é a memorização de nomes para serem repetidos em uma prova. Além disso, a experimentação de mecanismos fisiológicos é negligenciada pelos professores (GONZALEZ e PALEARI, 2006).

É importante destacar que um conhecimento adequado sobre como o corpo humano funciona possui um papel relevante no estilo de vida dos estudantes. De acordo com Gonzalez e Paleari (2006), as aulas de fisiologia humana realizadas de forma participativa e que estimulem a postura crítica podem favorecer um aprendizado mais relevante, permitindo ao aluno avançar do senso comum para o conhecimento científico, associando-o com experiências vividas no seu cotidiano. Essas aulas poderão prepará-lo para que tenha condições de tomar decisões conscientes como cidadãos críticos, com mudanças de hábitos, maior qualidade de vida e ter a capacidade de debater e se posicionar contra hábitos nocivos, mas socialmente aceitos e estimulados pelos meios de comunicação e, até mesmo, em casa (GONZALEZ e PALEARI, 2006).

Diante do exposto e a partir das dificuldades no ensino de Biologia em sala de aula com o uso de metodologias passivas, temos o seguinte problema: como trabalhar os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais de tal forma que contribuam para que os alunos compreendam a natureza da ciência de forma mais relevante e motivadora e também se apropriem dos objetivos da Alfabetização Científica?

Portanto, em função do que foi supracitado, esta pesquisa tem como objetivo planejar e aplicar uma sequência didática com práticas investigativas sobre o corpo humano, especialmente sobre o sistema respiratório e cabe aqui abordar, de forma mais detalhada, os temas:

- 1.1. Fisiologia humana no Ensino Médio;
- 1.2. Alfabetização Científica;
- 1.3. Ensino por Investigação;
- 1.4. Sequência de Ensino Investigativa;
- 1.5. Base Nacional Comum Curricular para o ensino de Ciências e Biologia.

1.1. Fisiologia humana no Ensino Médio

A fisiologia humana está diretamente associada com a anatomia, permitindo ao aluno uma aprendizagem que envolve as funções dos órgãos do corpo tanto separadamente quanto em conjunto com as demais funções.

Na intenção de trabalhar a interdisciplinaridade e a contextualização no ensino de biologia e de orientar o trabalho dos docentes em meio a um conteúdo tão

abrangente, os PCNEM+ (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) têm seis temas estruturadores que, hoje, são guias para o trabalho em sala de aula. Estes temas são: 1- *Interação entre os seres vivos*; 2- *Qualidade de vida das populações humanas*; 3- *Identidade dos seres vivos*; 4- *Diversidade da vida*; 5- *Transmissão da vida, ética e manipulação gênica*; 6- *Origem e evolução da vida*. Cada um desses temas possui unidades temáticas a serem estudadas (BRASIL, 2002).

O ensino de fisiologia humana está no tema 4, fazendo parte da unidade temática “*os seres vivos diversificam os processos vitais*”. A sugestão é que seja trabalhado com o estudante as relações entre as várias funções vitais do organismo e que ele seja capaz de localizar os principais órgãos em um esquema representativo do corpo humano (BRASIL, 2002).

Conhecer e aprender sobre o próprio corpo por meio do estudo de ciências, pode trazer grandes benefícios aos estudantes, pois é importante entendê-lo como uma herança biológica, cultural e como uma identidade pessoal totalmente relacionada à construção da autoestima. Envolve, também, postura de respeito ao próprio corpo e aos outros, saúde, gênero, preconceito, ou seja, uma relação muito grande entre a ciência e a cidadania. O trabalho do professor poderá revelar a importância desse estudo sobre o corpo humano para promover um autoconhecimento e a conscientização e prevenção de doenças, além da valorização da vida, processos em que se encontram o ensino de ciências e biologia (MORAES e GUIZZETT, 2016).

Diante da importância do ensino de fisiologia humana e de acordo com as diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio, temos “a aprendizagem como processo de apropriação significativa dos conhecimentos, superando a aprendizagem limitada à memorização” e também “articulação entre teoria e prática, vinculando o trabalho intelectual às atividades práticas ou experimentais” (DCNEM, 2012, p. 199). Cabe, aqui, uma reflexão sobre como trabalhar a fisiologia humana no ensino médio de forma mais relevante e motivadora. É importante ressaltar que esse conhecimento do corpo humano pode levar os estudantes a mudanças de hábitos e qualidade de vida e saúde, sabendo debater e se posicionar de forma consciente e crítica diante de questões importantes do seu dia a dia (SOARES e BAIOTTO, 2015).

Contudo, de acordo com Gonzales e Paleari (2006), o ensino de fisiologia humana na educação básica ainda é baseado em aulas expositivas que visam a

memorização de conteúdos com informações fragmentadas e abstratas. Fica nítido, então, que existe um processo unidirecional no qual o aluno é um simples depósito de informações, privilegiando a quantidade de informações para o vestibular ou provas e não valorizando uma aprendizagem relevante que permita ao aluno avançar do senso comum para o conhecimento científico incorporado ao seu cotidiano. Moraes e Guizzett (2016) realizaram uma pesquisa com estudantes da 3ª série do ensino médio e constataram que os alunos possuem conhecimentos sobre o corpo humano de maneira fragmentada e não estabelecem conexões entre os órgãos, funções e sistemas, o que dificulta a conexão entre o que foi aprendido em sala de aula com processos naturais em seu próprio corpo.

As práticas de fisiologia humana precisam ser pensadas de forma a garantir que o estudante se engaje na construção do seu próprio conhecimento por meio de atividades motivadoras e que tenham ligação com as suas experiências cotidianas. Desse modo, os alunos passam a ter condições de aplicar seus conhecimentos, entender e tomar decisões adequadas no mundo ao seu redor, habilidades que as aulas expositivas, ainda que ilustradas com imagens, não lhes garantem (GONZALES e PALEARI, 2006; MORAES e GUIZZETT, 2016).

Assim, as atividades práticas ou experimentais com uma visão investigativa podem permitir, através da manipulação de materiais e ferramentas, uma maior facilidade no aprendizado de conteúdos abstratos, desenvolvendo, assim, habilidades cognitivas como interpretar, refletir e interagir. Através de problematizações e questionamentos, o aluno é impulsionado a elaborar hipóteses, anotar dados, analisar e discutir resultados e conclusões (AZEVEDO, 2015).

Atualmente, o ensino vive um período no qual as secretarias de educação dos estados e municípios estão reelaborando seus currículos para o Ensino Médio baseados na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Nesse momento crucial, é de grande importância a inclusão de conteúdos de fisiologia humana nesse documento, principalmente porque os professores de Biologia possuem conhecimento específico sobre o corpo humano e conhecimento do contexto de vida dos adolescentes e jovens com os quais trabalham semanalmente.

Assim, para a promoção e manutenção da saúde da população, é fundamental ensinar aos adolescentes as bases do funcionamento do corpo humano, suas alterações

durante a vida e variação fisiopatológicas. Esse é um dos principais motivos pelo qual o ensino de fisiologia no ensino médio deve ser garantido no currículo destinado ao cumprimento da BNCC.

1.2. Alfabetização Científica

Quando se aborda a ideia de Alfabetização Científica (AC), nota-se uma grande polissemia na literatura brasileira sobre esse termo. Alguns autores reconhecem como “Alfabetização Científica” (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; SASSERON; CARVALHO, 2008, 2011a, 2011b; CHASSOT, 2016); outros como “Letramento Científico” (SANTOS, MORTIMER, 2001; MAMEDE; ZIMMERMMAN, 2005; SANTOS, 2007); e há ainda alguns que avaliam como “Enculturação Científica” (MORTIMER, MACHADO, 1996; TRIVELATO, SILVA, 2011; CARVALHO, 2015). Apesar dessa variação de nomes, esses autores e autoras têm em comum a preocupação com o ensino de Ciências, buscando a formação cidadã do aluno para sua ação e atuação na sociedade de modo a desenvolver o pensamento científico e crítico dos estudantes (SASSERON; CARVALHO, 2011b).

Como em vários estudos de Sasseron e Carvalho (2011a), adotou-se nessa pesquisa a mesma visão para utilização da expressão “Alfabetização Científica”, por levar o termo alfabetização como um todo do indivíduo, relacionando-o com a concepção de Paulo Freire (2011).

Nessa concepção, afirma-se que estar alfabetizado é mais do que ter o domínio psicológico e mecânico das técnicas de leitura e escrita. Ser e estar alfabetizado envolve ter uma postura diferente diante do contexto em que o indivíduo se encontra, partindo para o campo das ações e não ficando à mercê do campo ideológico. Chassot (2016, p. 38) diz que “[...] alfabetização científica é o conjunto de conhecimentos que facilitam aos homens e mulheres fazerem uma leitura do mundo onde vivem”. Dessa feita, para que o indivíduo possa ser alfabetizado cientificamente não é somente necessária a leitura de mundo, mas também a consciência da importância de sua participação na sociedade.

Sasseron e Carvalho (2011) usam o termo “Alfabetização Científica” para

[...] designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, como uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (SASSERON, CARVALHO, 2011a, p. 61).

Para isso, Sasseron (2018b) trabalha com a ideia de Alfabetização Científica (AC) relacionando-a ao desenvolvimento de objetivos do ensino das ciências que agregam tanto o trabalho com os conteúdos e conceitos da ciência quanto o próprio conhecimento pelos alunos de que há uma linguagem científica e de como ela nos ajuda a entender certos conhecimentos. Assim, pauta-se no objetivo de possibilitar aos estudantes acesso aos conhecimentos científicos, incluindo aí sua linguagem para entendimento de situações e tomada de decisões e seu posicionamento sobre elas (SASSERON, 2008).

Alfabetizar Cientificamente os alunos significa oferecer condições para que possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade, relacionados a conhecimentos científicos. Mas é preciso esclarecer que a tomada de decisão consciente não é um processo simples, meramente ligado à expressão de opinião: envolve análise crítica de uma situação, o que pode resultar, pensando em Ciências, em um processo de investigação (SASSERON, 2018b, p. 45).

De acordo com Carvalho (2011), é preciso saber como levar os alunos de uma linguagem cotidiana usada em sala de aula para a linguagem científica, então é necessário que eles aprendam desde as séries iniciais que a argumentação é a base do raciocínio e das ferramentas científicas. Trabalhar essa linguagem científica em sala de aula acaba possibilitando a utilização de características do próprio fazer científico, oferecendo aos alunos a possibilidade de apreenderem conceitos de ciência como processos com os quais o próprio conhecimento científico é construído e estruturado. O trabalho com a linguagem científica e a argumentação visa alcançar a Alfabetização Científica (SASSERON, 2008, 2015).

Atualmente, a Alfabetização Científica se volta para um ensino de Ciências que abrange também os aspectos “[...] funcionais da relação Ciência/Tecnologia e como esta relação afeta nosso bem estar, o desenvolvimento econômico e o progresso da sociedade” (SASSERON; CARVALHO, 2011a, p. 64). Compreendendo como a

Ciência é construída, sua natureza e implicações na sociedade e ambiente, será possível associá-la aos aspectos sociais e culturais da pessoa, ajudando-a a participar de decisões sobre os problemas que a aflige.

Entretanto, o ensino e a aprendizagem das Ciências devem ter um espírito crítico e engajador que estimule o aluno a solucionar problemas e a participar ativamente tentando elaborar soluções no fazer científico (CACHAPUZ et al., 2011). Nesse mesmo objetivo, Sasseron e Carvalho (2011a, p.66) destacam que

[...] o ensino de Ciências pode e deve partir de atividades problematizadoras, cujas temáticas sejam capazes de relacionar e conciliar diferentes áreas e esferas da vida de todos nós, ambicionando olhar para as ciências e seus produtos como elementos presentes em nosso dia-a-dia e que, portanto, apresentam estreita relação com nossa vida.

Sasseron e Carvalho (2011a) demonstram a nítida preocupação em ter a Alfabetização Científica como objetivo central no ensino de Ciências durante a formação da Educação Básica, “[...] preocupação esta que, em nossa visão, encontra base, respaldo e consistência na percepção na necessidade emergente de formar alunos para atuação na sociedade atual, largamente cercada por artefatos da sociedade científica e tecnológica” (SASSERON; CARVALHO, 2011a, p. 75). Dessa maneira, pode-se dizer que alfabetização científica está relacionada a uma nova cultura, a uma nova forma de entender, perceber e estar num mundo possibilitado aos estudantes (SASSERON, 2008).

Para isso, é importante que o aluno tenha contato com as práticas da própria ciência. É importante desenvolver entre os estudantes atitudes que estejam relacionadas à construção do conhecimento científico e ao uso dessas ideias para fundamentar e embasar tomadas de decisões e opiniões que os alunos venham a ter em seu dia a dia sobre temas que envolvam ciência. Agrega-se a essa concepção a ideia de que AC permite aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus conhecimentos, podendo modificar a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação ancorada em noções de conhecimentos científicos (SASSERON, 2008, 2015).

1.2.1. Eixos Estruturantes e Indicadores de Alfabetização Científica

Para alcançar os objetivos da Alfabetização Científica, Sasseron e Carvalho (2008, 2011a, 2011b) têm usado em suas pesquisas três pontos importantes chamados “Eixos Estruturantes” para elaboração de propostas de ensino em sala de aula. Ainda que haja necessidade de se trazer uma ordem com a qual esses eixos sejam apresentados, os três são igualmente importantes e necessários em sala de aula (SASSERON, 2008, 2015; SASSERON; CARVALHO, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2011; SASSERON, 2018b).

Esses eixos são definidos por Sasseron (2008, 2018b) da seguinte maneira:

Eixo 1 – Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais: Esse eixo relaciona a necessidade de que os alunos possam entender termos e conceitos básicos da ciência e compreender como aplicá-los nos diversos fatores que permeiam o seu cotidiano.

Eixo 2 – Compreensão da natureza da Ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática: Esse eixo faz relação com a importância do aluno perceber e entender que há uma natureza da ciência e que fatores éticos, políticos e sociais influenciam a construção do conhecimento científico, oferecendo uma visão holística e contextualizada dos fatores que permeiam seu cotidiano, a partir de um processo de reflexão e análise deste.

Eixo 3 – Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA): No último eixo, é necessário que os alunos reconheçam que existem relações entre a ciência, as tecnologias, a sociedade e o ambiente, o que é representado pela sigla CTSA. Conhecimento tecnológico pode gerar conhecimento científico e vice-versa e a sociedade tanto impacta a construção desses conhecimentos quanto é impactada por eles. Essas relações devem fazer parte desde cedo da escolarização dos alunos, pois estão a todo momento influenciando nossa vida.

Esses três eixos fornecem elementos importantes e necessários quando se almeja alunos alfabetizados cientificamente. As propostas didáticas que forem elaboradas tendo como foco esses eixos podem ser capazes de promover a AC (SASSERON; CARVALHO, 2011; SASSERON, 2018). Entretanto, durante as aulas ou aplicação de uma sequência didática, o trabalho do professor e as interações dos alunos podem oferecer elementos mais específicos na construção da alfabetização científica, que são

chamados pelas autoras de Indicadores de Alfabetização Científica (SASSERON; CARVALHO, 2008; SCARPA, SILVA; 2018).

Nossos indicadores têm a função de nos mostrar algumas destrezas que devem ser trabalhadas quando se deseja colocar a AC em processo de construção entre os alunos. Estes indicadores são algumas competências próprias das Ciências e do fazer científico: competências comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele. Assim sendo, reforçamos nossa ideia de que o ensino de Ciências deva ocorrer por meio de atividades abertas e investigativas nas quais os alunos desempenham o papel de pesquisadores (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 338).

Assim, a organização dos indicadores pode ser realizada em três grupos (sendo que cada um desses é representado por ações realizadas pelo aluno durante as aulas quando se tem um problema a ser resolvido). De acordo com Sasseron e Carvalho (2008), esses grupos são:

Grupo 1 – *Investigação*: Representa ações e habilidades que serão utilizadas durante a resolução de um problema. Nesse grupo, os três indicadores são muito importantes para a situação ser investigada: a) **Seriação de informações** - Pode aparecer como uma lista de dados quando se almeja estabelecer as bases para a ação. b) **Organização de informações** - Aparece nos momentos em que se discute sobre o modo como o trabalho foi realizado, podendo associar novas informações ou retomar uma questão. c) **Classificação de informações** - Busca conferir a organização dos elementos com os quais se está trabalhando na procura de uma relação entre eles.

Grupo 2 – *Estruturação do pensamento*: Nesse grupo, estão os indicadores que moldam as afirmações feitas e as falas dos alunos durante as aulas de Ciências na busca de uma ideia lógica e objetiva que envolva a ciência. São dois indicadores nesse grupo: d) **Raciocínio lógico** - Envolve compreender o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está intimamente relacionado à forma como o pensamento é exposto. e) **Raciocínio proporcional** - Demonstra como se estrutura o pensamento, mostrando também a maneira como as variáveis têm relações entre si.

Grupo 3 – *Entendimento de uma situação analisada*: Envolve as etapas finais das discussões e é caracterizada pelo trabalho com as variáveis envolvidas no fenômeno, visando a busca por relações capazes de descrever as situações ocorridas

naquele contexto ou em outros iguais. Nesse grupo, estão os seguintes indicadores: f) **Levantamento de hipóteses** - Momento em que são levantadas ideias acerca de um certo tema, podendo surgir tanto como afirmação quanto como pergunta (lembra a atitude usada entre os cientistas quando estão a resolver um problema). g) **Teste de hipóteses** - Envolve a fase em que se coloca à prova as ideias e suposições anteriormente levantadas, seja pela manipulação direta de objetos em um experimento seja no campo das ideias (levando em conta os conhecimentos anteriores). h) **Justificativa** - Afirmação qualquer proferida que lança mão de uma garantia para o que é proposto, dando-lhe aval e mais segurança. i) **Previsão** - Aparece quando se quer afirmar uma ação e/ou fenômeno que pode decorrer desses acontecimentos. j) **Explicação** - Esse indicador busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Geralmente, é sucedido por uma justificativa para o problema. Algumas explicações podem ser construídas ao longo das discussões.

Esses indicadores mostraram, em pesquisas realizadas por Sasseron (2008, 2015) e Sasseron e Carvalho (2008, 2011a, 2011b), uma considerável eficiência na avaliação das interações discursivas feitas durante as aulas de Ciências, demonstrando evidências sobre o desenvolvimento de alfabetização científica entre os alunos estudados.

Vale salientar que não entendemos tais indicadores como habilidades hierarquicamente propostas para demonstrar um acréscimo no desenvolvimento cognitivo dos estudantes frente a uma questão. Não acreditamos na existência de tal hierarquia. Mas estamos certas de que possa existir uma ordem temporal na utilização dos indicadores; ordem esta que obedece aos passos que necessitam ser cumpridos para se fazer uma Investigação Científica (SASSERON; CARVALHO, 2011b, p. 102).

“O uso de tais indicadores é importante não só por nos trazer evidências de que os alunos encaminham-se para a AC, mas também porque representam habilidades importantes de serem trabalhadas em aulas de quaisquer disciplinas durante a escolarização dos alunos” (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 350). De acordo com as pesquisas das autoras, os indicadores podem ser abordados desde as séries iniciais do ensino de Ciências, levando o aluno a participar ativamente do seu processo de construção do conhecimento e refletir sobre temas que estão presentes na sua realidade.

Sasseron e Carvalho (2008) ressaltam que a presença de um desses indicadores não é interrompida na manifestação do outro, pelo contrário, esses indicadores podem

demonstrar um suporte e apoio durante o processo de argumentação que está ocorrendo na sala de aula.

1.3. Ensino por Investigação

Na maioria das vezes, quando se fala em Ensino por Investigação, algumas ideias e concepções vêm à mente. Em geral, o Ensino por Investigação é visto como a reprodução de um método científico em sala de aula com uma preocupação na formação de cientistas, como ocorreu em 1950 e 1960 (ZOMPERO; LABURU, 2016).

Os professores acreditam, muitas vezes, que eles têm que seguir etapas muito bem delimitadas e, assim, estariam realizando o Ensino por Investigação, como se tivessem reproduzindo a ciência na escola com o objetivo de formar cientistas, como se esse também fosse um objetivo do ensino de Ciências. Além disso, muitas pessoas e professores entendem que fazer atividades práticas ou “experiências” é sinônimo de fazer atividades investigativas, pois, em vez de só trabalhar a memorização dos conteúdos, os alunos estão praticando. Essa concepção oriunda do senso comum é contrária ao Ensino por Investigação (ZOMPERO; LABURU, 2016).

Com isso, fica nítida a importância de entender a ideia principal do Ensino por Investigação, que é “engajar ativamente os estudantes em sua aprendizagem, por meio da geração de questões e problemas nos quais a investigação é a condição para resolvê-los, por meio da coleta, análise e interpretação de dados que levem a formulação e comunicação de conclusões” (ZOMPERO; LABURU, 2016, p.28).

Outra questão que aparece e que faz muitos professores terem receio de realizar o Ensino por Investigação é acharem que sua sala de aula vai ficar caótica e desestruturada, o que seria um problema na gestão de aula com seus alunos, problema para o qual muitos docentes ainda não têm conhecimento da abordagem didática (PEREZ; CARVALHO, 1993).

Segundo Carvalho (2015), um fator a ser considerado é o próprio papel do professor ao se trabalhar com essa nova abordagem de ensino por investigação que, para muitos, é inovadora. Cabe ao professor saber elaborar atividades inovadoras que levem os alunos a melhorarem seus conceitos, habilidades e atitudes. Também cabe a ele saber fazer com que seus alunos aprendam a argumentar, sendo capazes de reconhecer

afirmações contraditórias ou favoráveis ao que está sendo estudado, criando um ambiente em que seja possível refletir e reconstruir pensamentos, juntamente com a contribuição dos colegas por meio do diálogo (AZEVEDO, 2015; CARVALHO, 2015).

De acordo com Becker (2012), a mudança do papel do professor como transmissor de conhecimentos científicos para aquele que busca a interação em sala de aula com seus alunos melhora suas capacidades e habilidades e está baseado nas concepções de que o próprio professor tem autonomia sobre esse processo. O conhecimento, que é a matéria-prima de seu trabalho e sua epistemologia, pode determinar a forma como o professor ensina, ou seja, a sua relação entre o fazer pedagógico e as atividades aplicadas em sala de aula. Então, essas concepções e crenças que os professores têm sobre a ciência podem influenciar a sua prática de ensino-aprendizagem e a sua prática pedagógica (BECKER, 2012; CARVALHO, 2015).

Para Cachapuz (2011), o conhecimento científico aborda a compreensão, interação e explicação, visando a construção e a reelaboração dos fenômenos pela ação do sujeito e não apenas a descrição dos dados e fatos desse fenômeno. Com isso, é preciso compreender o aspecto social, cultural e histórico da ciência e não uma visão fechada com um método único e universal, neutro e dogmático do fazer científico que é constituído por epistemologias do senso comum. Ademais, o ensino por investigação pode ser um caminho para trabalhar essas mudanças tanto com os alunos quanto com os professores.

As pesquisas de Becker (2012) evidenciaram que professores trazem concepções pedagógicas e epistemológicas para sala de aula que não visam a construção do conhecimento científico, tampouco a alfabetização científica. É um grande desafio superar essas concepções epistemológicas do senso comum, sejam elas inatistas ou empiristas. Segundo o autor, uma concepção inatista baseia-se na crença de que o ser humano recém-nascido já traz todas as condições cognitivas com as quais enfrentará todas as circunstâncias da sua vida, tendo predisposições para aprender, pois já está na sua bagagem hereditária. Já na concepção empirista, o recém-nascido nada traz de conhecimento, tudo que ele terá de cognitivo vem do meio externo, seja por pressão ou por estimulação desse meio.

Essa concepção empirista é apresentada por muitos professores, de forma consciente ou inconsciente, quando se aplica o método tradicional no qual cabe ao aluno

ficar em silêncio, prestar atenção, repetir o que foi transmitido e memorizar conceitos, pois o professor considera que seu aluno é uma tábula rasa e nada sabe sobre o novo conteúdo que será ensinado por ele (BECKER, 2012).

Por isso, é importante considerar as concepções pedagógicas e epistemológicas do professor no seu trabalho com os alunos em sala de aula, pois eles podem ser influenciados por esses “conceitos espontâneos de ensino”, não reflexivos e não críticos, que podem ser verdadeiras barreiras para a renovação do ensino (CARVALHO, 2015). Cabendo aqui outra concepção ao professor, o construtivismo, no qual o conhecimento é construído pela interação do sujeito e o objeto, ou seja, o aluno constrói seu próprio conhecimento (BECKER, 2012).

Mas o Ensino por Investigação é diferente dessas ideias e pode ser trabalhado em sala de aula. Com uma perspectiva de romper com o ensino somente da memorização de conteúdos, as atividades investigativas podem possibilitar ao aluno a vivência do fazer científico, trabalhando aspectos conceitual, procedimental e atitudinal, o que pode resultar numa aculturação científica nos alunos (CARVALHO, 2015).

Azevedo (2015) afirma que, no Ensino por Investigação o alvo principal é a participação dos alunos na resolução de problemas, levando-os a saírem de uma postura passiva para aprenderem a refletir, discutir, explicar, argumentar, oferecendo a eles as habilidades necessárias para uma Investigação Científica.

A ideia da investigação não é nova. Uma breve análise do seu ciclo permitirá identificar que as suas primeiras ideias vêm do início do século XX, com um filósofo e educador americano chamado John Dewey (1859-1952). Suas ideias trazem um conceito de mudança, uma educação como transformação social na qual as pessoas poderiam ter liberdade intelectual. Segundo o educador:

O mundo em que até os homens mais inteligentes dos tempos idos julgavam viver, era um **mundo fixo**, um domínio onde qualquer mudança somente se processava dentro de limites imutáveis de inação e permanência, um mundo onde a fixidez e a imobilidade... eram superior, mas importante em qualidade e autoridade, do que o movimento e a **mudança**.
(Dewey, 1959b, p. 82 apud Cunha, 2001)

Para Dewey, “o método experimental empenha-se em quebrar toda e qualquer fixidez aparente e em provocar mudanças” (Dewey, 1959b, p. 123 apud Cunha, 2001), ou seja, o método experimental está muito além das práticas científicas, pois envolve as

experiências do sujeito ao realizar determinadas tarefas com significado para sua vida e a educação deveria trazer esse aspecto da experiência no seu dia a dia, de forma que os indivíduos aprenderiam e transformariam as suas concepções e a própria sociedade (ZOMPERO; LABURU, 2016).

De acordo com Dewey, a questão do método experimental trazia também as práticas científicas como importantes e potentes para realizar a transformação social almejada. Segundo ele, a criança, quando vai à escola, já passou por muitas experiências da vida cotidiana e que podem ser utilizadas na sua aprendizagem, existindo uma relação entre experiência e aprendizagem que não pode ser negligenciada. Portanto, a experiência dá valor para a vida e é constantemente reorganizada pela reflexão, promovendo uma melhor qualidade de experiências para novas aprendizagens (ZOMPERO; LABURU, 2016).

Com a publicação de seu livro *Logic: Theory of inquiry*, em 1938, Dewey influenciou a educação científica americana, além de muitos educadores, pois levava os estudantes a participarem da aula, serem pensadores ativos e preparados para mudanças e reflexões, desenvolvendo habilidades de resolver problemas específicos, mas com grande relevância socialmente. “Para o filósofo a investigação deve nos ajudar a considerar nossas impressões passadas à luz do que estamos aprendendo, iluminando possibilidades e nos ajudando a escolher por qual caminho nos aventuraremos da próxima vez” (DEWEY, 1916 apud RODRIGUES e BORGES, 2008).

No entanto, essas ideias foram se transformando, por conta da Guerra Fria (anos 50), e se aproximado do objetivo pátrio de formar cientistas. A educação e o foco do ensino de Ciências e seus objetivos passaram a ser bastante elitistas, rígidos, rigorosos e fixos em que as etapas do método científico: apresentação do problema, formulação de hipóteses, coleta de dados durante o experimento e formulação de conclusões foram etapas extremamente rígidas. O professor tinha que seguir com o objetivo da formação de cientistas, engenheiros e médicos para fins militares. Isso se refletiu na sala de aula com a estrutura de aulas teóricas em que os conceitos e processos científicos eram passados de maneira expositiva, conceitual, na forma de definições, sendo seguidos pela realização de experimentos, que apenas confirmavam os conceitos e os processos realizados nas aulas teóricas (RODRIGUES e BORGES, 2008).

Os experimentos, as atividades práticas realizadas no ensino de Ciências e também de Biologia, Química e Física tinham (e ainda têm) papel confirmatório: os estudantes vão para o laboratório, seguem protocolos com etapas rígidas e apenas confirmam conceitos, ou seja, não pode dar nada errado, pois segue rigorosamente o protocolo. Esse procedimento não dá nenhuma liberdade intelectual para o estudante construir seu próprio conhecimento, pois o aluno é visto como um minicientista (KRASILCHIK, 2016).

Nessa época, os trabalhos do biólogo Joseph Schwab ganharam destaque no ensino de ciências por investigação voltado ao conhecimento científico, pois sugeriam uma atividade dinâmica e contínua, em que os estudantes passariam também pelas etapas científicas em sala de aula e não somente seriam depositórios de respostas prontas dos professores (ZOMPERO e LABURÚ, 2016).

Schwab publicou uma série de trabalhos, entre eles “O que os cientistas fazem?” em 1960 e “O ensino de ciências por investigação” em 1962, dentre outros importantíssimos, nos quais o biólogo e educador tem consciência de que o conhecimento científico é formado por duas partes: o conhecimento científico substantivo e o conhecimento científico sintático. O primeiro deles envolve conceitos, teorias trabalhadas em grupo que têm por meta explicar fenômenos naturais; o segundo aborda as regras para se trabalhar dentro das ciências naturais, ou seja, são os procedimentos e práticas aceitas pelos cientistas para a construção de modelos. Assim, a investigação no ensino de ciências permitiria aos estudantes entenderem os processos da ciência (MUNFORD e LIMA, 2007).

No Brasil, nesse mesmo período, por volta de 1967, houve a tradução e aplicação de vários materiais americanos, com destaque para o BSCS (Biological Sciences Curriculum Study). Esses materiais buscavam desenvolver e praticar os processos científicos dentro do ensino de biologia na escola, o que foi um grande avanço, pois esse ensino, antes, estava focado em conceitos, como algo pronto e muito teórico (ANDRADE, 2011).

Já nos anos 70, por conta de uma mudança de contexto histórico-social, tem-se uma modificação nessas ideias tanto no Brasil quanto em outros países. Essas mudanças sociais, que envolviam questionamentos contra a ditadura, como movimentos ambientais e feministas, atuaram no processo de democratização da escola, onde mais

peças tinham acesso ao conhecimento, e a educação estava voltada aos valores sociais devido ao avanço dos conhecimentos científicos e tecnológicos (ZOMPERO; LABURU, 2016).

Nesse contexto, o Construtivismo e suas ideias foram tomando força na educação com o objetivo de modificar a proposta do ensino de Ciências. Nessa visão, o conhecimento científico deixaria de ser algo específico dos cientistas e estaria acessível a todos, contribuindo para a formação do cidadão no seu cotidiano, o que abriu espaços para ideias como a Alfabetização Científica (KRASILCHIK, 2016).

No Construtivismo, com objetivo de formar a autonomia de pensamento e a construção do conhecimento nos estudantes, tem-se uma valorização das concepções prévias, ou seja, as ideias que os estudantes trazem para a sala de aula, suas experiências prévias e toda a sua vivência não podem ser ignoradas no seu processo de aprendizagem, em suma, no processo de construção do conhecimento (BECKER, 2012).

Os professores precisam levar em conta que os estudantes sabem conceitos extraídos de sua própria vida, algo sobre os fenômenos, imaginam hipóteses e chegam na escola com essas concepções prévias. Ao serem contrapostos ao conhecimento científico, conflitos cognitivos podem surgir, por isso é de vital importância que os professores valorizem as concepções prévias dos alunos, partindo delas para uma construção real de significados e conceitos (CARVALHO, 2015).

Essa construção pode ser realizada por meio de interações entre sujeitos e o objeto de conhecimento. Então, é preciso manipular objetos, vivenciar situações em que os estudantes tenham contato com esse objeto de conhecimento e isso não é feito de maneira individual, mas pela interação entre os sujeitos. Nesse sentido, as premissas construtivistas estabelecem que o aprendizado acontece primeiro no nível social para que, posteriormente, seja transferido para o nível individual (CARVALHO, 2011).

O problema é que, tradicionalmente, o ensino de Ciências foca somente na dimensão de *aprender Ciências*. Sob esse viés, a partir dos anos 70, houve uma mudança de pensamento manifestada na ideia de *como fazer ciências* e, com esse fim, vivenciar os processos de produção científica. Outra dimensão importante oriunda desse período refere-se ao *aprender sobre Ciências*, entendendo qual o papel dela na

sociedade, bem como suas relações com a educação, a tecnologia e o ambiente (SASSERON, 2008).

Essas três dimensões compõem os objetivos do ensino de Ciências, em que o Ensino por Investigação tem um papel fundamental, pois, sendo uma abordagem didática, possibilita identificar os estudantes como protagonistas do processo de ensino, com foco na alfabetização científica, ampliando os objetivos do ensino de Ciências (SCARPA; SILVA, 2018).

De acordo com Sasseron (2015), o Ensino por Investigação ultrapassa a visão de um método de ensino ligado a certos conteúdos e temas específicos, mas pode ser aplicado nas mais diferentes aulas e sob as mais variadas formas. Para isso, é preciso que o professor propicie um ambiente em que o aluno seja ativo na construção de conhecimentos, envolvendo e engajando sua turma em discussões, exercitando práticas e raciocínios que comparem, analisem e avaliem os processos da ciência.

Como está ligado ao trabalho do professor e não apenas a um método específico, o Ensino por Investigação configura-se como uma abordagem didática. Assim, caracteriza-se como um trabalho em parceria entre professores e estudantes na construção do que seja a ciência, seus conceitos, modelos e teorias aprendendo os conhecimentos **de** Ciências e **sobre** Ciências (SASSERON, 2015).

A definição de Ensino por Investigação que inclui o aluno ativamente em sua aprendizagem está em pleno acordo com as ideias construtivistas. Por meio da geração de questionamentos e problemas, com uma postura investigativa perante o mundo, contribui para a construção do conhecimento do indivíduo, mesmo que este não queira seguir a carreira científica. Ao mesmo tempo, a postura investigativa é a ideia central da ciência e esse ensino envolve coleta, análise e interpretação de dados que levem à comunicação/formulação de conclusões. Assim, o Ensino por Investigação tem as seguintes dimensões: engajamento em perguntas de orientação científica, formulação de explicações a partir de evidências, avaliação dessas explicações à luz de várias alternativas, justificativa e comunicação das explicações propostas em um processo interativo e reflexivo (SCARPA; SILVA, 2018).

De acordo com Zompero e Laburú (2016), o ensino por investigação é bem visto e trabalhado em países no exterior. Nos Estados Unidos, por exemplo, as práticas investigativas estão entre uma das mais recomendadas aos estudantes, sendo que essa

valorização pelo *inquiry*, ou ensino por investigação, resultou na elaboração e divulgação de um documento oficial do ensino americano chamado *National Research Council* (NRC).

Nesse documento do NRC, estão pontos importantes desse ensino, dentre eles destaca-se o engajamento dos estudantes nas práticas, trabalhando com dados e evidências para formular explicações e conclusões e, assim, comunicar seus resultados. Ademais, possibilita o raciocínio e as habilidades cognitivas juntamente com interações socioculturais no processo de ensino-aprendizagem defendido por Dewey (ZOMPERO e LABURÚ, 2016).

Tais diretrizes também se encontram presentes nos Documentos Curriculares da educação brasileira, desde os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) às novas Diretrizes Curriculares Nacionais, nos quais pode-se encontrar habilidades de observação, registros de dados, comunicação dos resultados, conclusão, entre outras para a realização de atividades com base na investigação (ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais, em seu artigo 13, “a pesquisa como princípio pedagógico possibilita que o estudante possa ser protagonista na investigação e na busca de respostas em um processo autônomo de (re) construção de conhecimentos” (DCNEM, 2012, p.197).

Então, historicamente, o ensino de Ciências era pautado em uma abordagem transmissiva, em que o professor transmitia conceitos por meio de definições para os estudantes. Depois, as experimentações confirmavam esses conceitos de maneira expositiva em sala de aula. A concepção que se tem atualmente caminha para uma abordagem de Ensino por Investigação em sala de aula nas aulas de Ciências, Biologia ou qualquer outra disciplina. Entretanto, fica nítido que essa abordagem precisa ser contemplada na formação de professores e na produção de materiais didáticos que possibilitem sua realização nas salas de aula (ZOMPERO; LABURU, 2016). Os processos formativos são enfatizados por Gil-Pérez e Carvalho (1993), que destacam a importância da formação inicial e continuada dos professores para se trabalhar com o Ensino por Investigação.

Segundo Carvalho et al. (1998), algumas características são essenciais para que o ensino por investigação possa ocorrer em sala de aula. A primeira delas é que haja um

problema que seja apresentado aos estudantes: deve ser claramente exposto e o professor deve ter ciência de que seus alunos compreenderam aquilo que ele está propondo. Após isso, o professor deve ter o cuidado de promover interações em sala de aula, sejam essas interações discursivas, no debate que ele tem com seus alunos, interpessoais entre grupos ou em discussões com o professor. Além disso, é necessário que haja interações com materiais que estão na sala de aula. Estes podem ser tanto físicos, utilizados para o desenvolvimento de um experimento, por exemplo, quanto materiais intelectuais, ou seja, as ideias que os alunos trazem que foram construídas em suas experiências ou ao longo de suas aulas na experiência escolar (CARVALHO, 2018a).

Nesse contexto, destaca-se a existência de diálogo em sala de aula. Aqui, não está sendo admitido como diálogo apenas a conversa entre professor e aluno, mas, principalmente, a certeza de que o aluno será ouvido pelo professor e pelos colegas para dar continuidade ao seu processo de desenvolvimento (SASSERON, 2018). Além disso, é importante que o professor possibilite que os alunos façam agrupamentos de informações, relacionem essas informações e busquem generalizações que possam levar a explicações sobre a ciência (SASSERON, 2008). Tudo isso pode ajudar o professor num movimento muito importante em sala de aula, que é o de possibilitar a complexidade conceitual e epistêmica que o aluno tem sobre um determinado conceito.

Quando se fala em complexidade conceitual e epistêmica, pretende-se abrir a possibilidade de que o aluno mostre como aquele conhecimento foi por ele construído e como houve ganho em seu entendimento sobre determinada situação. A complexidade epistêmica refere-se, especificamente, ao conhecimento e à compreensão que o aluno tem de aspectos que estão vinculados à própria ciência, sendo, portanto, a linguagem científica (SASSERON, 2018).

Atingir os objetivos da alfabetização científica pode exigir do professor uma mudança de postura em relação ao seu trabalho, levando sempre em conta a interação dos alunos durante todo o processo. Para tanto, é necessário que todo o corpo de professores incorpore em suas práticas cotidianas essa ideia e posicione-se de forma crítica em relação às novas concepções sociais, visando um trabalho interdisciplinar para que o aluno tenha uma visão de que a ciência, assim como outras áreas, faz parte

do seu mundo e não é um conteúdo fragmentado, separado da sua realidade (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

Para colocar a AC em desenvolvimento em sala de aula, Sasseron (2015) têm usado a *abordagem didática* do ensino por investigação. Admite-se que esta é uma abordagem didática porque marca a relação do professor à implementação desse ensino por investigação. Antes de estar ligado a estratégias específicas, o ensino por investigação está relacionado a como o professor interage em sala de aula com as atividades e, principalmente, com seus alunos e com o conhecimento (SASSERON, 2015). De acordo com a autora, essa abordagem pode ser colocada em prática nas mais diferentes aulas, portanto, pode estar unida a qualquer recurso de ensino, desde que o processo de investigação esteja evidenciado na mediação e orientação do professor com os alunos (SASSERON, 2015).

1.4. Sequência de Ensino Investigativa

De acordo com Carvalho (2011), é necessário um planejamento no ensino de ciências que ultrapasse os conteúdos conceituais dentro da sala de aula, conduzindo o que possibilitaria a expansão da visão do conhecimento científico. Driver *et al.* (1999, p. 32) também demonstram possuir essa mesma visão quando afirmam que “existem alguns compromissos centrais, ligados às práticas científicas e ao conhecimento, que têm implicações para o ensino da ciência”.

Com a visão desses pesquisadores, fica nítida a importância desse ensino estar comprometido com os conhecimentos científicos, contribuindo, assim, para o pleno exercício da cidadania, auxiliando o aluno a compreender melhor o mundo em que vive e a interagir melhor com ele. Driver *et al.* (1999) defendem que:

Aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez mais apropriadamente denominada estudo da natureza – nem de desenvolver e organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos mediante a eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento (Driver *et al.*, 1999, p. 36).

Azevedo (2015) afirma que, para trabalhar práticas de investigação em sala de aula, deve-se levar em conta o papel ativo dos estudantes, levando-os a refletir, discutir, explicar, relatar, dialogar e não simplesmente reduzir sua participação à manipulação de objetos, materiais e observação de acontecimentos. Essa autora também afirma a importância de trabalhar, além dos conteúdos conceituais, as dimensões procedimentais e atitudinais que as atividades investigativas podem contemplar. Trivelato e Silva (2011) também valorizam o ensino investigativo e afirmam serem essas mesmas competências e habilidades encontradas na avaliação do PISA (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes), que no ano de 2015 a área de conhecimento dessa avaliação foi ciências envolvendo as competências, as atitudes e os conhecimentos do letramento científico (BRASIL, 2016).

Carvalho (2018b) afirma que, ao planejar as sequências de ensino investigativas, cuja finalidade é favorecer a construção de conhecimentos científicos, os professores podem propor questões desafiadoras usando diferentes atividades investigativas. Estas podem ser por demonstração investigativa, trabalho com textos históricos da ciência, problemas, questões discursivas, entre outros.

Nesse mesmo artigo, a autora classifica o papel do professor e dos estudantes em cinco níveis de acordo com o grau de liberdade dado ao aluno, conforme mostra a Tabela 1.

| | Grau 1 | Grau 2 | Grau 3 | Grau 4 | Grau 5 |
|-------------------|--------|------------|------------|------------|------------|
| Problema | P | P | P | P | A |
| Hipóteses | P | P/A | P/A | A | A |
| Plano de trabalho | P | P/A | A/P | A | A |
| Obtenção de dados | A | A | A | A | A |
| Conclusões | P | A/P/Classe | A/P/Classe | A/P/Classe | A/P/Classe |

Tabela 1- Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais (Carvalho, Ricardo, Sasseron, Abid, & Pitrocola, 2010, p. 55 Apud Carvalho 2018)

De acordo com a autora, o grau 1 envolve somente a participação do professor durante a aula, assim sendo, não se caracteriza com uma atividade investigativa. No grau 2 é possível observar um aluno um pouco mais participativo, pois elabora as

hipóteses junto com o plano de trabalho, mas as respostas ainda são orientadas pelo professor. Os graus 3 e 4 dão maior liberdade intelectual aos estudantes, caracterizando um ensino por investigação com maior interação aluno/aluno e aluno/professor. Nesse grau, o aluno é incentivado a falar, ler e escrever baseado nos seus conhecimentos científicos. O grau 5 envolve o estudante em todas as fases da investigação nas quais ele já pode pensar em um problema e propor uma solução.

Baseado no grau de liberdade intelectual dado ao aluno e com a elaboração do problema, o professor tem os principais eixos de uma atividade investigativa da sequência de ensino. Associada a isso, está a aprendizagem da ciência como uma atividade individual baseada nos estudos de Piaget, na qual se tem a construção do conhecimento científico pelo indivíduo (DRIVER *et al.*, 1999).

Os estudos de Jean Piaget têm muito a ensinar sobre o ensino e a aprendizagem das Ciências, de acordo com Carvalho (2011).

Esses trabalhos têm muito a dizer para o ensino e a aprendizagens das Ciências, pois o conteúdo trabalhado por Piaget é o nosso conteúdo e o objetivo da epistemologia genética - compreender como o indivíduo constrói conhecimento científico - é uma base teórica de grande importância quando queremos planejar um ensino que leve o indivíduo - nesse caso o nosso aluno - a construir o conhecimento científico.

Seguindo a lógica dos estudos de Piaget, é possível extrair ensinamentos úteis que podem orientar os professores quanto ao planejamento das Sequências de Ensino Investigativas (SEI), dando condições para sua aplicação em sala de aula com vistas à construção do conhecimento científico pelos alunos que, de acordo com Carvalho 2018b, são:

- a) *A importância de um problema para o início da construção do conhecimento.* Quando o professor propõe um problema que os alunos podem resolver, ele está dando condições para que o aluno possa raciocinar, refletir e construir seu próprio conhecimento, sendo ele o agente do pensamento. Tal modelo é bem diferente do método expositivo em que todo raciocínio se concentra no professor e o aluno passivamente recebe esse conhecimento sem fazer nenhum questionamento. Relacionando a importância do problema para a construção do conhecimento com a teoria de Piaget, pode-se dizer que esse novo conhecimento surge com base em um

conhecimento anterior (que estava em equilíbrio), no qual é dada a oportunidade para que os alunos resolvam impasses diante de novas chances de construir conhecimento (equilíbrio majorante).

- b) *A passagem da ação manipulativa para a ação intelectual.* Partindo de atividades manipulativas para resolver o problema proposto, a sequência de ensino precisa incluir um experimento, um jogo ou mesmo um texto no qual os alunos passam da ação manipulativa para a construção intelectual do conteúdo. O professor pode criar espaços nas aulas de Ciências e Biologia para que o aluno tenha a oportunidade de tomar consciência de como o problema foi resolvido, verificando se suas hipóteses foram confirmadas ou refutadas. Isso não é tarefa fácil nem para os alunos, nem para o professor, pois a ação intelectual do aluno exige o uso de questões, de sistematizações de suas ideias e de pequenas exposições durante a aplicação da sequência de ensino. Talvez por isso a metodologia expositiva tenha prevalecido por tanto tempo, pois exige menos preparo e conhecimento didático.
- c) *A importância do erro na construção de novos conhecimentos.* Isso também está presente nos estudos de Piaget. Não se deve esperar que o aluno acerte na primeira oportunidade. Deve-se, no entanto, dar tempo para ele pensar, refazer a pergunta, refletir sobre seu erro e depois tentar acertar. O erro, quando bem trabalhado e superado pelo aluno, pode ensinar mais do que muitas aulas expositivas, pois pressupõe um processo de revisão de conteúdo e de etapas do processo científico.

Esses fundamentos oriundos de pesquisas de Piaget são importantes para orientar os professores na construção de novos conhecimentos adquiridos com sequências de ensino. Porém, é válido lembrar que nas salas de aula não se ensina um único aluno e sim uma turma de trinta a quarenta alunos, que interagem socialmente entre eles e com o professor. Surge, então, a seguinte questão: como o aluno constrói o conhecimento na escola? (CARVALHO, 2011).

Com base nas pesquisas de Vygotsky e de outros pesquisadores na área do ensino de Ciências, o conhecimento científico é construído quando os indivíduos estão envolvidos socialmente e engajados na resolução de problemas e tarefas em comum.

Um indivíduo pode aprender ouvindo seus pares na sua maneira diferente de pensar e com o auxílio de um indivíduo mais experiente; esses são pontos importantes na construção do conhecimento (DRIVER, et al. 1999).

Carvalho (2011) propõe pontos importantes que auxiliam no planejamento das Sequências de Ensino Investigativa (SEI), elaborando as atividades de forma a criar condições em que as interações sociais possam acontecer e, orientando o papel do professor durante esse ensino. São esses:

- a) *A participação ativa do estudante.* É o foco das teorias construtivistas e sócio-interacionistas, nas quais o aluno constrói seu próprio conhecimento.
- b) *A importância da interação aluno-aluno.* É a ideia do trabalho com pequenos grupos, sendo que a interação aluno-aluno ganha um significado especial. O conceito de zona de desenvolvimento real (ZDR), estudado por Vygotsky, ajuda o professor a entender que os alunos se sentem mais à vontade e com facilidade de aprender quando estão todos no mesmo nível de desenvolvimento real. Assim, os alunos, na discussão com seus colegas, refletem, levantam e testam suas hipóteses.
- c) *O papel do professor como elaborador de questões.* Vygotsky valoriza a função do professor na construção do novo conhecimento por parte dos alunos dentro da zona de desenvolvimento proximal, pois, ao conduzir a construção desses conhecimentos, o professor leva o aluno da zona de desenvolvimento real para um possível desenvolvimento potencial, elaborando questões que orientarão seus alunos nessa passagem.
- d) *A criação de um ambiente encorajador.* Para que o estudante seja participativo/protagonista em sala de aula e possa trabalhar em grupo, é preciso criar um ambiente em sala de aula que seja encorajador, no qual o estudante não se sinta inibido e nem tenha medo de expor seu ponto de vista no decorrer da aula. Esse ambiente é criado ou destruído por pequenas atitudes e ações. Estas podem ser palavras, gestos e expressões faciais positivas ou negativas vindas do professor. Cabe a este uma mudança de visão, um olhar mais atento ao que o aluno faz e como este se manifesta em sala de aula, valorizando a sua participação, mesmo que suas percepções estejam incoerentes com os conceitos estudados.

- e) *O ensino a partir do conhecimento que o aluno traz para a sala de aula.* Muitas vezes, os alunos chegam à sala de aula com conceitos espontâneos vindos do seu cotidiano e é a partir desses conceitos que ele procura entender o que o professor está explicando ou perguntando durante a aula. Se forem trabalhadas, essas ideias e hipóteses podem deixar de ser conhecimento comum e vir a ser conhecimento científico produzido por eles.
- f) *O conteúdo (o problema) tem que ser significativo para o aluno.* Se a ideia construtivista de que o aluno constrói o seu próprio conhecimento for adotada, então esse conteúdo deve motivar e ter valor significativo para o aluno, que conseguirá associá-lo a sua realidade.
- g) *Relação ciência, tecnologia e sociedade.* Se uma alfabetização científica é almejada, esse tema deve estar presente em todas as Sequências de Ensino Investigativa.
- h) *A passagem da linguagem cotidiana para a linguagem científica.* O ensino de Ciências deve proporcionar aos estudantes o fazer ciência, o falar ciência e o ler e escrever ciência, mas, para isso, é necessário que o aluno combine linguagens falada e escrita, expressões matemáticas e representações gráficas desde os primeiros anos do Ensino Fundamental. Para isso, faz-se necessário um importante trabalho com os alunos sobre alfabetização científica quando se tem como objetivo a construção de uma Sequência de Ensino Investigativa, seja para o Ensino Fundamental ou Médio.

Esses pesquisadores, Piaget e Vygotsky, demonstraram, com visões distintas, como as pessoas, em especial as crianças e jovens, constroem seus conhecimentos. De acordo com Carvalho (2018), os estudos de Piaget servem de base para as aulas de Ciências, Biologia ou qualquer outra disciplina, pois expõem pontos muito importantes a serem trabalhados pelos professores em sala de aula. Entre eles, pode-se destacar a importância de se trabalhar com problemas, questionamentos na construção do conhecimento, demonstrando que qualquer novo conhecimento tem seu início em um conhecimento anterior, ou seja, o aluno resolve os questionamentos propostos pelo professor a partir do esquema mental que ele já adquiriu (CARVALHO et al. 1998).

A partir dos conhecimentos de pesquisadores, psicólogos, epistemólogos como Piaget, como os professores podem criar um ambiente propício para que seus alunos construam seus próprios conhecimentos?

Para responder essa e outras questões do ensino, Carvalho e Sasseron (2018) propõem sequências de aulas que podem abranger um ou vários ciclos de um conteúdo: são as chamadas Sequências de Ensino Investigativa (SEI). Cada aula é planejada, desde as interações dos alunos com os professores até os materiais e o tempo para sua realização.

Uma sequência de ensino investigativa, de acordo com Trivelato e Tonidandel (2015), deve ter algumas atividades-chave como um problema que envolva os estudantes em sua resolução. Ressalta-se que as questões-problema devem estar no nível da estrutura cognitiva do aluno, para que tenha meios para tentar resolvê-las em pequenos grupos. Ao tentar solucionar o questionamento, eles levantam hipóteses/ideias que serão trabalhadas por meio de atividades práticas, experimentação, consulta a livros ou outras fontes durante a aplicação das aulas, trabalhando com dados e evidências para construção de suas explicações e conclusões.

Para se planejar uma sequência de ensino investigativa, Carvalho (2018) propõe alguns pontos importantes como: sempre que possível iniciar com um problema, seja experimental ou teórico; contextualizá-lo na medida do conhecimento prévio do aluno para que, a partir daí, ele possa resolver; abrir espaço e tempo no decorrer das aulas para que os alunos possam levantar suas ideias/hipóteses; ter uma atividade de sistematização do conhecimento (pode ser a leitura de um texto escrito pelos alunos, promovendo a discussão e a comparação do que fizeram e como pensaram para resolver o problema, por exemplo), dentre outras atividades enumeradas nos próximos parágrafos, de acordo com Carvalho (2008, 2018):

1 – O problema. Ao se planejar uma Sequência de Ensino Investigativa, deve-se iniciar com um problema que pode ser experimental ou ser proposto de outra forma por meio de figuras de jornal ou internet, texto ou mesmo as próprias ideias que os alunos trazem para a sala de aula, que são chamadas de problemas não experimentais. Com o problema escolhido e o material didático bem organizado para que os alunos possam resolvê-lo, devem-se seguir algumas etapas planejadas na sequência didática:

- a) *Etapa de distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor.* Nessa fase, o professor pode dividir a sala de aula em pequenos grupos de quatro a cinco alunos e distribuir o material. É preciso explicar o problema e certificar-se se todos os grupos entenderam o que é para ser resolvido. O professor não deve dar a solução e nem manusear o material para obtê-la, pois isso pode eliminar toda possibilidade do aluno pensar.
- b) *Etapa de resolução dos problemas pelos alunos.* Nessa fase, o problema é resolvido em pequenos grupos, pois os estudantes têm mais facilidade de comunicação entre os colegas. O importante é que o professor observe as ações manipulativas feitas pelos alunos ao levantar suas hipóteses e colocá-las em prática sem interferir no processo.
- c) *Etapa da sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos.* Nessa fase, o professor, ao observar se os grupos terminaram de resolver o problema, precisa, então, guardar o material experimental, desfazer os pequenos grupos e organizar a sala. Se possível, colocar os alunos em círculo para promover um debate. A função do professor nessa etapa é muito importante, pois ao perguntar, por exemplo, “como vocês conseguiram resolver o problema?”, ele busca a participação dos estudantes, levando-os a ter consciência da ação realizada por eles. É assim que ocorre a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual: os alunos vão relatando o que fizeram, se as hipóteses deram certo ou não e como foram testadas. Assim, dá-se o início do desenvolvimento de atitudes científicas como levantamento de dados e a elaboração de evidências. Cabe, ainda, ao professor fazer perguntas do tipo: “Por que vocês acham que deu certo?” ou “Como vocês explicam o porquê de ter dado certo?”. Com isso, os estudantes buscarão uma explicação para o fenômeno oportunizando a demonstração de uma argumentação científica.
- d) *Etapa do escrever e desenhar.* É um período de aprendizagem individual no qual o professor pode pedir que os alunos escrevam e desenhem sobre o que aprenderam na aula. Juntamente com o diálogo e a escrita, o desenho é parte fundamental nas aulas de Ciências.

2 – Demonstrações investigativas. Envolve problemas experimentais que precisam ser realizados pelo professor, pois as experiências podem oferecer perigo aos alunos. Seguem as mesmas etapas descritas anteriormente e cabe ao professor, antes de manipular os aparelhos para resolver o problema, fazer perguntas elucidativas: “Como vocês acham que eu devo fazer?”. Nesse momento, é importante dar tempo a eles para levantarem suas hipóteses e indicarem soluções que, então, serão avaliadas e explicadas pelo professor.

É importante a passagem da ação manipulativa que, nesse caso, foi realizada pelo professor, para a ação intelectual que deve ser feita pelos alunos. Na *etapa de sistematização do conhecimento*, podem ser feitas perguntas como: “O que nós fizemos para resolver o problema?”. Esse tipo de pergunta promove o surgimento de uma consciência nos alunos das ações realizadas pelo professor e organiza os dados, mostrando as evidências importantes do experimento. Para gerar um processo argumentativo, podem ser feitas perguntas como: “Por que esse problema foi solucionado com as ações que nós tomamos?”. Assim, o professor proporciona um tempo para os alunos pensarem, refletirem, exporem suas argumentações, criando uma interação discursiva com os alunos.

De acordo com Azevedo (2015), demonstrações investigativas levam o aluno a participar e formular hipóteses acerca de um problema proposto pelo professor. Nesse contexto, este tem a função de auxiliar os alunos na passagem do conhecimento cotidiano para um saber científico por meio da investigação.

Vale ressaltar que, na demonstração investigativa, os alunos também realizam uma atividade escrita ou desenhada, demonstrando o que aprenderam.

3 – Problemas não experimentais. São problemas propostos de outra forma que não envolve nenhum experimento. Pode ser interpretação de uma tabela, um gráfico, um texto ou imagens que são bastante utilizadas em sala de aula e no início de uma Sequência de Ensino Investigativa. Também segue as mesmas etapas dos outros tipos de problemas: resolução do problema pelos grupos, sistematização do conhecimento elaborado e trabalho escrito sobre o que fizeram.

4 – Leitura de texto de sistematização do conhecimento. A produção de um texto de sistematização é importante não somente para relembrar todo processo da resolução do problema, mas também como um produto do conhecimento que foi

discutido em aulas anteriores. Pode ser uma atividade complementar ao problema proposto na aula que envolva uma contextualização social, histórica ou cultural do que foi tratado durante a aplicação da sequência de ensino. Nesse caso, é possível aplicar uma avaliação para verificar a aprendizagem adquirida durante a aplicação da Sequência Investigativa.

Concordando com Azevedo (2015), ao se planejar uma sequência didática, atividades de Ciências, Biologia ou de qualquer outra disciplina podem trabalhar várias atividades investigativas como questões discursivas, problemas abertos, demonstrações investigativas e experiências no laboratório, que têm um papel importante na construção do conhecimento, pois o objetivo dessas atividades é levar os alunos a pensar, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas do seu cotidiano dentro e fora da escola.

1.5. Base Nacional Comum Curricular para o ensino de Ciências e Biologia

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento técnico e normativo que orienta a elaboração dos currículos, as propostas pedagógicas, os materiais didáticos e avaliações das políticas para a formação de professores de todas as escolas do país. Apresenta-se como um documento legal que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais e comuns que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio), indicando quais aprendizagens devem ser desenvolvidas e a que tempo (BRASIL, 2017).

A BNCC estabelece conhecimentos, competências e habilidades que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da escolaridade básica. É ela que orienta princípios éticos, políticos e estéticos que buscam a formação humana integral com objetivo de construir uma sociedade justa, democrática e inclusiva e está fundamentada nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB).

Esse documento possui dez competências gerais que devem nortear as escolhas dos currículos e articular a construção de conhecimento, no desenvolvimento de habilidades e na formação de atitudes e valores previstos na LDB, lei nº 9394/96. Sua meta é a construção de processos educativos voltados a aprendizagens sintonizadas com

as necessidades, possibilidades e interesses dos alunos, preparando-os para o exercício da cidadania, a inserção no mundo do trabalho e os desafios da sociedade contemporânea (BRASIL, 2017).

As competências e as diretrizes estabelecidas pela BNCC são comuns, mas os currículos são diversos. Ela não determina como ensinar, mas o que ensinar. Cada escola e cada rede de ensino deverão, dentro do seu currículo e do Projeto Político Pedagógico (PPP), definir como irão trabalhar as diversidades locais. Ela é um ponto de partida e não o currículo (BRASIL, 2017).

Nesse sentido, os currículos devem ter uma base nacional comum e devem ser completados em cada sistema de ensino por uma parte diversificada, através da qual serão valorizadas as características regionais e locais, levando em conta a comunidade, a cultura e a economia em que os educandos estão inseridos, com o compromisso da formação integral dos jovens em suas dimensões intelectual, física, afetiva, social, ética, moral e simbólica (BRASIL, 2017).

Cabe ressaltar que a BNCC e os currículos devem estar em constante diálogo para assegurar as aprendizagens essenciais para cada etapa da educação básica. Nesse sentido, as decisões do currículo deverão adequar a BNCC com a realidade local, levando em consideração vários aspectos que envolvem a família e a comunidade com ações que almejam o processo de ensino-aprendizagem, como a contextualização, a interdisciplinaridade, a complexidade, a promoção da autonomia, a utilização de metodologias ativas e diversificadas que possam incluir os alunos como sujeitos atuantes na aprendizagem. Ao mesmo tempo, processos que respeitem os ritmos diferenciados e as diferentes necessidades dos alunos, a construção de procedimentos de avaliação formativa, a produção de recursos didáticos e tecnológicos que apoiem o processo de ensino aprendizagem e a efetivação de processos permanentes de formação continuada, possibilitando um contínuo aperfeiçoamento do processo educativo numa constante atividade de ação-reflexão-ação durante o trabalho docente (BRASIL, 2017).

A BNCC é um documento único para toda a Educação Básica, que detalha os diferentes níveis de ensino em partes específicas. Em 20 de dezembro de 2017, as etapas da Educação Infantil e do Ensino Fundamental foram homologadas pelo ministro da Educação e a etapa do Ensino Médio foi homologada em 17 de dezembro de 2018.

Na etapa da Educação Infantil, a BNCC apresenta seis direitos de aprendizagem e desenvolvimento (conviver, brincar, participar, explorar, expressar e conhecer-se) e cinco campos de experiências nos quais são definidos os objetivos de aprendizagem e desenvolvimento para cada um dos três grupos de faixas etárias: Bebês (0 a 1 ano e 6 meses); Crianças bem pequenas (de 1 ano e 7 meses a 3 anos e 11 meses) e a Crianças pequenas (4 anos a 5 anos e 11 meses) que já é a pré-escola (SASSERON, 2018a).

Na etapa do Ensino Fundamental, o documento apresenta cinco áreas de conhecimento e nove componentes curriculares assim distribuídos: **Linguagens** - composta pelos componentes: Língua Portuguesa, Arte, Educação Física e Língua Inglesa; **Matemática** - componente curricular: Matemática; **Ciências da Natureza** - componente curricular: Ciências; **Ciências Humanas** - componentes curriculares: História e Geografia; e **Ensino Religioso** - componente curricular: Ensino Religioso (SASSERON, 2018).

Na área de conhecimento das Ciências da Natureza, observa-se que

[...] ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do **letramento científico**, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências (BRASIL, 2017, p. 321).

Também é descrito o processo investigativo:

O processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem (BRASIL, 2017, p.322).

Nesse sentido, as Ciências da Natureza devem assegurar que os alunos do Ensino Fundamental tenham acesso aos conhecimentos científicos e tecnológicos produzidos ao longo do tempo, bem como a aproximação gradativa dos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica, proporcionando um novo olhar reflexivo e crítico sobre o mundo que os cerca (SASSERON, 2018a).

Com esse foco, o ensino de Ciências deve promover situações investigativas nas quais podem ser abordadas quatro modalidades com os alunos em sala de aula, de acordo com os documentos normativos (2017):

- **Definição de problemas:** observar o mundo a sua volta e fazer perguntas; analisar demandas, delinear problemas e planejar investigações; propor hipóteses.
- **Levantamento, análise e representação:** planejar e realizar atividades de campo (experimentos, observações, leituras, visitas, ambientes virtuais, etc.); desenvolver e utilizar ferramentas, inclusive digitais, para coleta, análise e representação de dados (imagens, esquemas, tabelas, gráficos, quadros, diagramas, mapas, modelos, representações de sistemas, fluxogramas, mapas conceituais, simulações, aplicativos, etc.); avaliar informação (validade, coerência e adequação ao problema formulado); elaborar explicações e/ou modelos; associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos; selecionar e construir argumentos com base em evidências, modelos e/ou conhecimentos científicos; desenvolver soluções para problemas cotidianos usando diferentes ferramentas, inclusive digitais.
- **Comunicação:** organização e/ou extrapolar conclusões; relatar informações de forma oral, escrita ou multimodal; apresentar, de forma sistêmica, dados e resultados de investigações; participar de discussões de caráter científico com colegas, professores, familiares e comunidade em geral; considerar contra-argumentos para resolver processos investigativos e conclusões.
- **Intervenção:** implementar soluções e avaliar sua eficácia para resolver problemas cotidianos; desenvolver ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental (BRASIL, 2017, p. 323).

Considerando esses pressupostos e articulando o ensino de Ciências com as competências gerais da BNCC, os alunos devem alcançar, durante a etapa do Ensino Fundamental, as seguintes competências específicas de Ciências: 1 – Compreender as Ciências da Natureza como um empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico; 2 – Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, aprendendo e colaborando para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva; 3 – Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico; 4 – Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo; 5 – Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis, negociando e defendendo ideais e pontos de vista,

acolhendo e valorizando a diversidade, sem preconceitos de qualquer natureza; 6 – Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética; 7 – Conhecer, apreciar e cuidar de si, compreendendo-se na diversidade humana, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias; 8 – Recorrer aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários (BRASIL, 2017).

As aprendizagens essenciais dos currículos de Ciências tanto para os anos iniciais quanto para os anos finais do Ensino Fundamental foram organizadas em três unidades temáticas: Matéria e energia; Vida e evolução; e Terra e universo. Apesar de serem as mesmas para essas duas etapas, essas unidades, seus objetivos de conhecimento e suas habilidades vão ampliando progressivamente a capacidade de abstração e de autonomia de ação e pensamento, em especial nos últimos anos (BRASIL, 2017).

[...] A medida que se aproxima a conclusão do Ensino Fundamental, os alunos são capazes de estabelecer relações ainda mais profundas entre a ciência, a natureza, a tecnologia e a sociedade, o que significa lançar mão do conhecimento científico e tecnológico para compreender os fenômenos e conhecer o mundo, o ambiente, a dinâmica da natureza (BRASIL, 2017, p. 343).

Esses elementos direcionam os estudantes para uma formação condizente com a Alfabetização Científica que pode ser trabalhada usando o Ensino por Investigação em Sequências de Ensino Investigativas, preparando os alunos para a última etapa da educação básica, o Ensino Médio. Assim, garante-se uma formação cidadã e científica com a base comum necessária para atuação em sociedade e com a parte diversificada, que relaciona as múltiplas realidades em que estes vivem.

O Ensino Médio, segundo a BNCC 2018, “é a etapa final da educação básica, direito público, subjetivo de todo cidadão brasileiro”. Contudo, ao se observar o cenário atual, pode-se dizer que o ensino médio necessita de diversas discussões, reflexões e adoções de medidas, já que a realidade e os dados das pesquisas apontam para um quadro que representa um gargalo na garantia desse direito à educação (BRASIL, 2017).

Nessa direção, a BNCC traz a compreensão de que a etapa final da educação básica precisa de uma reorganização curricular que busque universalizar o atendimento

e garantir a permanência e as aprendizagens dos estudantes, respondendo às suas demandas e aspirações atuais e futuras.

No documento da BNCC, há reconhecimento para o Ensino Médio de uma juventude heterogênea, entendida como diversa, dinâmica e participante ativa do processo de formação. Tal formação deve garantir a inserção autônoma e crítica dos jovens na realidade. Há um compromisso explícito com a educação integral de jovens, na qual se inclui o desenvolvimento de competências e habilidades que contemplem as dimensões cognitiva, social, emocional e ética (BRASIL, 2017).

O documento considera, ainda, a necessidade de construção de um currículo com base na dinâmica social contemporânea, marcada pelas transformações tecnológicas da atualidade, e apresenta uma preocupação com a formação das juventudes perante as incertezas relativas às mudanças do mundo, do trabalho e das relações sociais.

Na etapa do Ensino Médio, o objetivo fundamental é possibilitar que os alunos consolidem, aprofundem e ampliem a formação integral (iniciada no Ensino Fundamental) e aprendam a construir conexões entre teorias e práticas para se apropriarem de saberes que propiciam a reflexão sobre um projeto de vida. No Ensino Médio, o eixo central através do qual a escola pode organizar suas práticas é o suporte educativo para a construção e viabilização do projeto de vida dos estudantes. A visão de Alfabetização Científica pode ser abordada através do Ensino por Investigação.

Segundo a BNCC, tal medida consiste em preparar os jovens para que estes, diante de oportunidades concretas, possam fazer escolhas condizentes com suas aspirações pessoais, profissionais e sociais. Nesse sentido, cabe às escolas de Ensino Médio contribuir para a formação de jovens críticos e autônomos, com capacidade de tomar decisões fundamentadas e responsáveis baseadas em uma nova estrutura de Ensino Médio de forma a garantir as finalidades dessa etapa de educação estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, artigo 35), a qual estabelece:

- Garantia da consolidação e do aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, possibilitando aprendizagens ligadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos alunos, preparando-os para os desafios da sociedade contemporânea;

- Favorecer a preparação básica para o trabalho e a cidadania, possibilitando o desenvolvimento de competências que capacitem os alunos a se inserirem em um mercado de trabalho cada vez mais complexo;
- Aprimoramento do estudante como pessoa humana, levando a uma formação ética e com autonomia intelectual e pensamento crítico;
- Garantir aos jovens a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática e apropriando-se das linguagens científicas e tecnológicas digitais para aprimoramento de seus conhecimentos.

Com isso, há de se repensar uma nova organização curricular para essa etapa da Educação Básica que, atualmente, apresenta-se com excesso de componentes curriculares fragmentados e descontextualizados e com abordagens pedagógicas distantes da realidade da juventude contemporânea. Assim, é cabível trabalhar a Sequência de Ensino Investigativa, pois, segundo Carvalho (2011, 2018), essa metodologia tem como objetivo principal permitir que investigações sejam realizadas em salas de aula, seja por atividade experimental, seja pela leitura de textos nos quais se tem um problema que precisa ser resolvido pelos estudantes, relacionando temas, conceitos, práticas com outras esferas sociais e de conhecimento que possam ser trabalhados. Nesse sentido, a lei nº 13.415/2017 alterou a LDB com vistas a um modelo diversificado e flexível, estabelecendo que:

O currículo do Ensino Médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber: I – Linguagens e suas Tecnologias; II – Matemática e suas Tecnologias; III – Ciências da Natureza e suas Tecnologias; IV – Ciências Humanas e Sociais Aplicadas; V – Formação Técnica e Profissional (BRASIL, 2017, p. 468).

Com essa nova estrutura do Ensino Médio, tem-se uma flexibilidade na organização curricular, permitindo a construção de currículos e propostas pedagógicas que atendam às especificidades locais e aos interesses dos estudantes, estimulando o exercício do protagonismo juvenil e a elaboração dos seus projetos de vida (BRASIL, 2017).

A BNCC do Ensino Médio busca o desenvolvimento das dez competências gerais da Educação Básica, visando a educação integral dos estudantes. Essas aprendizagens estão organizadas por áreas do conhecimento (Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas), que, por sua vez, são definidas por competências específicas para a formação do estudante em cada área do Ensino Médio. Juntamente com cada uma dessas competências, são descritas habilidades a serem desenvolvidas ao longo dessa etapa final, na qual Língua Portuguesa e Matemática são obrigatórias durante os três anos do Ensino Médio.

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), atualizadas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) em novembro de 2018, os currículos para essa etapa de ensino devem ser formados por: - **Formação geral básica:** é o conjunto de competências e habilidades das Áreas de Conhecimento (Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas) previstas na etapa do Ensino Médio da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que visam aprofundar e consolidar as aprendizagens essenciais do Ensino Fundamental, a compreensão de problemas complexos e a reflexão sobre soluções para eles, com carga horária total máxima de 1.800 horas; - **Itinerários formativos:** conjunto de situações e atividades educativas que os estudantes podem escolher conforme seu interesse, aprofundando e ampliando aprendizagens em uma ou mais áreas do conhecimento e/ou na Formação Técnica e Profissional com carga horária total mínima de 1.200 horas (Resolução CNE/CEB nº 3/2018).

1.5.1. Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza pode contribuir de forma contextualizada para a construção dos conhecimentos com o objetivo de formar os jovens para enfrentar os desafios da contemporaneidade. Nessa área, tem-se o foco na integração de Biologia, Física e Química, ampliando e sistematizando as aprendizagens essenciais que foram desenvolvidas nos anos finais do Ensino Fundamental, de modo

que os estudantes no Ensino Médio possam pensar e falar cientificamente relacionando o conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais.

A unidade temática “Matéria e Energia” trabalhada no Ensino Fundamental deve ser diversificada em situações-problema no Ensino Médio, permitindo aos jovens a aplicação de modelos com maior nível de abstração e de propostas de intervenção em contextos mais amplos e complexos.

As temáticas “Vida e Evolução” e “Terra e Universo” do Ensino Fundamental foram unificadas no Ensino Médio em “Vida, Terra e Cosmos”, de modo que os estudantes analisem a complexidade dos processos envolvidos nesse tema. A BNCC prioriza a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia de forma que os alunos possam interagir e analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Esse é um dos eixos estruturantes da alfabetização científica proposta por Carvalho e Sasseron (2015).

A BNCC também dá enfoque especial aos processos e práticas de investigação no Ensino Médio:

[...] aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área. (BRASIL, 2018, p.550).

Na visão da abordagem investigativa, desenvolve-se o protagonismo dos alunos na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos nos quais os conhecimentos científicos e tecnológicos são produzidos. Nessa etapa, podem ser trabalhados desafios e problemas abertos e contextualizados, que visam estimular a curiosidade e a criatividade dos estudantes nos procedimentos e na busca de soluções. Assim, há um diálogo entre a realidade e as possibilidades de intervenções na busca de soluções, levando o aluno a obter a informação, bem como produzi-la e analisá-la criticamente (BRASIL, 2018). Torna-se importante, dessa maneira, que os alunos se apropriem de linguagens específicas da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias na busca constante da alfabetização científica necessária a todo cidadão.

Esse é o objetivo proposto por Sasseron (2015), Carvalho e Sasseron (2008, 2011a) em suas pesquisas realizadas com os estudantes.

Com esse propósito, a BNCC garante aos estudantes o desenvolvimento de três competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, nas quais, em cada uma delas, estão indicadas habilidades a serem alcançadas. São elas: 1 – Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global; 2 – Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis; 3 – Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018, p. 553). Nesse contexto, cabe aos professores de Biologia, Química e Física trabalharem de forma integrada essas três competências e as vinte e seis habilidades para ciências da natureza e suas tecnologias.

É importante ressaltar, contudo, que a BNCC pressupõe um número grande de mudanças e, para implementá-las, será necessária uma estrutura que não existe em muitas escolas atualmente; esse é o maior desafio a ser enfrentado para fazer a lei sair do papel e se materializar em um Ensino Médio de qualidade.

Além disso, é preciso oferecer cursos de formação continuada aos professores, levando em conta que a formação docente deve se basear em constantes processos de reflexão por parte dos professores sobre suas próprias práticas, de modo que as transformações sociais e os saberes necessários para a formação de alunos alfabetizados cientificamente sejam evidenciados (CARVALHO, 2015).

Como se pode observar, os conteúdos de biologia estão presentes de maneira bastante intensa na educação básica, seja no ensino fundamental ou médio. Quando se trata do corpo humano, mais especificamente o sistema respiratório, na maioria das

vezes, os conteúdos são trabalhados de forma expositiva sem a participação efetiva do aluno, com o único objetivo de memorizar uma grande quantidade de conteúdos.

Não se vê a preocupação, muitas vezes, em levar o aluno a compreender e refletir sobre seu próprio corpo como um todo integrado e que interage de outras formas biologicamente, socialmente e culturalmente no ambiente. Em função da abrangência do conteúdo sobre o corpo humano e a limitação de tempo, escolheu-se, para esta pesquisa, apenas um sistema, o respiratório, que foi trabalhado na pesquisa de Aragão (2019).

Em função de tudo que foi exposto, percebe-se uma lacuna no processo ensino-aprendizado e a forma de se tentar resolver seria a aplicação de sequências investigativas, como a que é proposta por este trabalho.

2. Objetivo Geral

Aplicar atividades práticas investigativas de fisiologia humana sobre o sistema respiratório a fim de contribuir no processo de ensino-aprendizagem de Biologia, tornando-o mais interessante, motivador e com uma melhor compreensão da teoria a partir da prática. Além disso, elaborar uma sequência de ensino com abordagem investigativa sobre o sistema respiratório.

2.1. Objetivos específicos

a) Elaborar roteiros de atividades práticas sobre fisiologia humana do sistema respiratório baseados em materiais disponíveis na literatura com uma abordagem investigativa;

b) Adaptar os roteiros de atividades práticas para não envolver animais ou peças anatômicas de animais, não envolver ação invasiva, utilizar objetos baratos do dia a dia e disponíveis na escola, se basear em situações do cotidiano para aplicar conceitos de fisiologia;

c) Adaptar os roteiros das aulas práticas para abordarem os conceitos de fisiologia humana de forma investigativa;

d) Aplicar as atividades práticas com abordagem investigativa em sala de aula para alunos da 2ª série do ensino médio;

e) Comparar o desempenho dos estudantes em testes sobre conhecimentos de fisiologia humana adquiridos com conteúdos ministrados de forma teórica demonstrativa a conteúdos abordados por meio de atividades práticas com abordagem investigativa;

f) Avaliar o efeito do uso de atividades práticas no interesse e na motivação dos estudantes sobre fisiologia humana.

3. Material e Métodos

3.1. Local de realização da pesquisa

A presente pesquisa foi desenvolvida no Colégio Estadual João Gomes, da rede de ensino do estado de Goiás, localizado à Rua João Gomes, quadra G, s/n, CEP 75157 850, distrito de Joanópolis, na cidade de Anápolis, Goiás.

Sendo um colégio de zona rural desde 1964, tem como objetivo promover a educação básica nos ensinos Fundamental I e II e Ensino Médio, abrangendo estudantes do 1º ano do Ensino Fundamental I até a 3ª série do Ensino Médio. Possui um total de 80% de alunos que residem na fazenda e o restante vem de bairros próximos, totalizando 265 estudantes com idades de 6 até 18 anos. No turno matutino, atende a, aproximadamente, 150 alunos do 7º ano do ensino fundamental à 3ª série do ensino médio; no turno vespertino, atende a 115 alunos do 1º ao 6º ano do ensino fundamental (Dias, 1997).

Atualmente, o colégio possui seis salas de aula, cozinha, sala da coordenação, sala dos professores e banheiros. Tem uma biblioteca construída pela comunidade em 2009, não possui laboratório de Ciências, nem quadra de esportes. No final do ano de 2019, a instituição foi murada.

3.2. População estudada

Participou da pesquisa a turma da 2ª série do Ensino Médio, com quantitativo de 23 estudantes, com idade variando entre 16 e 19 anos, contando com 6 alunas do gênero feminino e 17 alunos do gênero masculino. Só participaram da pesquisa aqueles cujos responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apêndice 1, e que também assinaram o Termo de Assentimento, apêndice 2, ou TCLE no caso dos maiores de 18 anos. Os responsáveis e os alunos que participaram da pesquisa também assinaram o Termo de Autorização para a Utilização de Imagem para Fins de Pesquisa, apêndice 3. A escolha dessa turma deve-se ao fato de ser a sala em que a pesquisadora atua como regente da disciplina de Biologia e em que a fisiologia humana é parte do conteúdo previsto.

3.3. Garantias éticas aos participantes da pesquisa

O presente projeto de pesquisa, por envolver seres humanos, atendeu a todos os aspectos éticos e normas regulamentadoras previstos na Resolução CNS 466/2012 e da Resolução CNS 510/2016. O projeto foi enviado, inicialmente, no dia 10 de junho de 2019 para avaliação do Comitê de Ética da Faculdade de Saúde da Universidade de Brasília (UnB), com a sua versão final no dia 18 de setembro de 2019. Somente após a decisão de aprovação ética, no dia 30 de outubro de 2019, a pesquisa foi iniciada. O número do Certificado de Aprovação para Apreciação Ética da pesquisa (CAAE) é 16357619.1.0000.0030 (Anexo 1)

A etapa inicial de esclarecimento da pesquisa aconteceu nas próprias aulas de Biologia para os alunos e na reunião de pais para os responsáveis. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Assentimento foram entregues aos alunos durante uma das aulas de Biologia, para que fossem lidos com calma em casa, juntamente com os responsáveis, e devolvidos com assinatura na aula seguinte, por aqueles que aceitaram participar da pesquisa.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, os alunos que ingressaram nas turmas que compunham a população a ser estudada puderam ser incluídos na pesquisa desde que, após o esclarecimento inicial do convidado, do seu responsável/representante legal e a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e do Termo de Assentimento, concordassem em participar.

Da mesma forma, foi esclarecido que os alunos participantes e/ou seus responsáveis/representantes legais poderiam desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhum prejuízo para ambos. Entretanto, não houve desistência de participantes ao longo da pesquisa.

Os riscos previstos decorrentes da participação na pesquisa incluíam riscos de origem psicológica, intelectual e/ou emocional, como possibilidade de constrangimento ao responder o questionário, desconforto, estresse, cansaço ao responder às perguntas, gasto de tempo e quebra de anonimato.

Para a prevenção dos riscos previstos, as seguintes medidas foram adotadas: garantia de sigilo e participação voluntária; interrupção da aplicação do questionário ou das perguntas a qualquer momento e prontamente quando solicitado pelos estudantes; esclarecimento prévio sobre a pesquisa para os voluntários; aplicação de questionário não identificado pelo nome para que fosse mantido o anonimato; garantia de que as respostas não seriam identificadas; e aplicação dos questionários no período regular de aula ou trabalho, não sendo necessário tempo extra para respondê-los.

Aos participantes da pesquisa foi informado que o estudo teria como benefício contribuir para tornar o processo de ensino-aprendizagem de Biologia mais significativo e motivador para os alunos do ensino médio. Contudo, os objetivos específicos não foram revelados aos participantes, na tentativa de evitar qualquer forma de influência ou direcionamento nas respostas deles aos questionários.

3.4. Método utilizado

O colégio onde foi realizada a pesquisa trabalha com o sistema bimestral de avaliação e os conteúdos de fisiologia humana foram planejados para serem desenvolvidos no 4º bimestre, que teve início no mês de outubro de 2019.

Na presente pesquisa optou-se pela abordagem de duas metodologias: a quantitativa e a qualitativa contribuindo no processo de aprendizagem sobre temas de fisiologia humana. Segundo Pereira e Ortigão (2016), é preciso compreender a importância de estudos quantitativos na área da educação para enriquecer o conhecimento de diversos cenários educacionais, uma vez que os dados quantitativos estão sendo mais envolvidos a políticas educacionais.

Dentro da pesquisa qualitativa a abordagem escolhida foi a pesquisa-ação que é entendida segundo Thiollent (2009) apud Tanajura e Bezerra (2015) como uma pesquisa político-social, associada a uma ação ou resolução de um problema coletivo, envolvendo os pesquisadores e os participantes de forma cooperativa ou participativa. Sempre tendo uma preocupação de que o conhecimento produzido não seja somente do grupo investigado.

A pesquisa-ação é uma abordagem que requer uma atitude autônoma por parte do pesquisador e também um envolvimento efetivo com os participantes que compõem o objeto a ser investigado. De acordo com Barbier (2002) apud Tanajura e Bezerra (2015, p. 16) é um “processo, o mais simples possível, desenrola-se frequentemente num tempo relativamente curto” no qual o pesquisador e os pesquisados são colaboradores e se tem uma mudança de atitude dos mesmos em relação à sua realidade.

Segundo Sasseron (2008), pesquisas na área da educação devem envolver uma metodologia em que se tenha um olhar geral, mas em busca de particularidades. Esse olhar consciente dos detalhes pode influenciar no desenvolvimento de toda pesquisa. O estudo qualitativo, segundo Lüdke e André (2018), pode envolver descrições sobre os participantes, os acontecimentos e as situações do meio investigado. Nesse contexto, o pesquisador tem contato direto com o ambiente estudado, o que pode possibilitar a compreensão que os participantes têm do trabalho realizado.

3.5. Instrumentos da pesquisa

3.5.1. Diário de bordo

A professora pesquisadora utilizou um diário de bordo como ferramenta de pesquisa onde foram anotadas as observações durante as aulas, questionamentos e informações sendo um instrumento valioso no processo da pesquisa (ZABALZA, 2007; BOSZKO e GÜLLICH, 2016).

Segundo Menga e André (2018) os conteúdos das observações podem ser divididos em descritivos e reflexivos. Na parte descritiva foram considerados: a reconstrução de diálogos envolvendo palavras, gestos utilizados pelos alunos; a descrição de locais como o colégio e a sala de aula; a descrição das atividades realizadas

na sequência didática, os comportamentos da observadora anotando ações, interações, conversas e acontecimentos com os participantes durante a pesquisa. Na parte reflexiva foram realizadas anotações de observações pessoais da pesquisadora, reflexões feitas durante a aplicação da sequência, relatos e constatações feitos em horário informal com os estudantes (MENGA e ANDRÉ, 2018).

Na visão da professora pesquisadora, o diário de bordo teve um papel fundamental ao ser consultado como um instrumento de revisão das atividades práticas realizadas pelos estudantes de forma que contribuiu para analisar e refletir a aplicação da sequência didática, assim o professor tem um papel de investigador/pesquisador da sua própria prática (ZABALZA, 2007; BOSZKO e GÜLLICH, 2016).

3.5.2. Atividades da Sequência Didática Investigativa

Este trabalho envolveu a realização de uma sequência didática investigativa baseada em Carvalho (2018) e Trivelato e Tonidandel (2015), que consistiu em propor uma situação problemática possibilitando o envolvimento dos alunos em sua resolução. Com isso, cada grupo em sala elaborou suas hipóteses baseadas em seus conhecimentos prévios para serem estudadas e analisadas durante a aplicação da sequência didática por meio de pesquisas em livros e na internet. Durante as aulas, houve discussão em pequenos grupos e, posteriormente, com a classe.

A atividade de investigação para o entendimento do funcionamento do sistema respiratório foi desenvolvida na sala de aula do Colégio Estadual João Gomes e consistiu em seis aulas, sendo as aulas conjugadas duas a duas uma vez por semana totalizando três semanas de pesquisa. Essa prática foi adaptada do trabalho de Aragão (2019). O detalhamento da sequência didática investigativa será feito logo abaixo.

ATIVIDADE PRÁTICA INVESTIGATIVA: SISTEMA RESPIRATÓRIO

Primeira semana: Orientação – Envolveu o estímulo e a curiosidade dos estudantes na construção do problema que deveria ser resolvido. É o momento no qual são levantadas as concepções prévias.

- Aula 1 – semana 1: Uma questão-problema que possibilite o engajamento dos alunos em sua resolução e a busca dos conhecimentos prévios dos alunos.

No primeiro dia, 7 de novembro de 2019, os alunos foram informados sobre os objetivos e a metodologia da pesquisa e, em seguida, foi feita uma sequência de perguntas:

Foi solicitado que observassem sua própria inspiração, o ato de puxar o ar, e sua expiração, o ato de soltar o ar.

Foi perguntado aos alunos quais movimentos conseguiam detectar em sua barriga e peito em cada um desses eventos: Por que realizamos esses movimentos quando respiramos? Quais órgãos estão envolvidos nesse processo? O ar que você puxa é o mesmo que você solta?

Depois de respondida cada uma das questões, os alunos fizeram suas observações e anotações de forma individual, evidenciando o que eles já tinham de conhecimento sobre a respiração. Então, a turma foi organizada em grupos com quatro a cinco estudantes cada, sendo que todos os grupos elaboraram uma resposta consensual para cada uma das perguntas que foram feitas. As respostas elaboradas pelo grupo foram consideradas como sendo suas hipóteses.

- Aula II – semana 1: A construção e registro de dados obtidos por meio de atividades práticas, de observação de experimentação, obtidos de outras fontes consultadas, ou fornecidas pela sequência didática; a discussão em grupos e a consolidação desses resultados de forma escrita.

Na segunda aula, os alunos construíram e registraram as informações que foram obtidas por meio da leitura do capítulo do livro didático sobre o sistema respiratório. Para isso, seguiram alguns passos. Primeiramente, cada grupo leu o capítulo do livro didático sobre sistema respiratório e responderam as mesmas perguntas da primeira aula; em seguida, compararam as suas respostas formuladas com as informações do livro, destacando as hipóteses que foram corroboradas (confirmadas) e as que foram refutadas (estavam erradas). Dessa vez, as respostas foram elaboradas em grupo. Por

meio de questões investigativas exploratórias, os alunos puderam realizar essa atividade pelas observações, comparações e explicações.

Seguindo a aula, cada grupo elaborou um texto em que apresentaram suas conclusões da atividade, ou seja, apontaram quais das suas hipóteses estavam certas e quais estavam erradas, apresentando argumentos para as duas situações.

Segunda semana:

- Aula III – semana 2: Elaboração das questões-problema e hipóteses em pequenos grupos de discussão.

A segunda semana, que ocorreu dia 14 de novembro de 2019, teve por objetivo elaborar uma questão-problema que possibilitasse o engajamento dos alunos em sua resolução, além da elaboração de hipóteses em pequenos grupos de discussão. A partir daí, a turma foi dividida em grupos e cada grupo recebeu, por meio de sorteio, alguma das seguintes situações (A, B ou C) abaixo. Depois de definidas as situações para cada grupo, eles elaboraram uma hipótese para tentar explicar por que as pessoas sofrem paradas respiratórias como consequência das situações apresentadas a eles. Essas “possíveis” causas foram testadas na aula seguinte. Depois que as hipóteses foram elaboradas e anotadas, a professora as recolheu para que não fossem consultadas.

As situações propostas aos alunos foram as seguintes:

A – Se por algum motivo você está comendo e acaba engasgando-se, você para de respirar?

B – Se acontece um acidente de carro ou de moto e a pessoa acidentada tem a caixa torácica perfurada, a pessoa para de respirar?

C – Se uma pessoa tem uma crise asmática, ela para de respirar?

- Aula IV – semana 2: Construção do modelo didático e registro de dados obtidos por meio de atividades práticas, de observação e experimentação.

Na quarta aula, cada grupo confeccionou um pulmão artificial. A prática realizada foi proposta por Aragão (2019). Esse pulmão artificial é o modelo didático utilizado para testar as hipóteses formuladas na terceira semana.

Para isso, eles assistiram a um vídeo bem curto, explicando como fazer um pulmão artificial caseiro acessado no *Youtube* no canal Manual do Mundo (2014). Para a confecção do pulmão caseiro, foram utilizados os seguintes materiais:

- 1 Bexiga tamanho médio;
- 2 Bexigas tamanho pequeno;
- 1 Garrafa PET de 2 L com tampa;
- 2 Pedacos de mangueira transparente, um com 10 cm e outro com 15 cm de comprimento (você consegue comprar essa mangueira em loja de construção);
- 2 Pedacos de arame, um com 1,24 mm de diâmetro e outro com 1,65 mm (que também podem ser comprados em loja de construção);
- Estilete;
- Tesoura;
- Cola quente ou fita adesiva transparente;
- Fita isolante;
- Elástico;
- Ferro de solda (pode ser substituído por qualquer objeto pontiagudo que possa ser levado ao fogo).



Figura 1- Materiais que foram utilizados na confecção do pulmão caseiro. Fonte: própria

Para confeccionar o modelo didático do pulmão, foi utilizada uma garrafa PET cortada ao meio - essa garrafa simula a caixa torácica. Os balões foram previamente inflados e presos com prendedores de roupa para ficarem mais flexíveis. O segundo passo para a construção do pulmão foi fazer um furo com o ferro de solda ou com qualquer material pontiagudo na mangueira menor - ela simula os brônquios - e encaixar nele a mangueira maior, que simula a traqueia. As duas mangueiras foram vedadas com cola quente e, dentro da mangueira menor, foi colocado um pedaço de arame para estabilizá-la no formato de um “Y”. Depois de feito isso, foi a hora de colocar as bexigas: elas simulam os pulmões. Então, cada uma delas foi colocada em uma extremidade da mangueira e foram presas com elástico. Depois de presas, a mangueira que simula a traqueia foi colocada através de um buraco feito na tampa de modo que ela e os “pulmões” ficassem dentro da garrafa e um pedaço da “traqueia” ficasse na parte exterior da garrafa. Em seguida, utilizando um pedaço de arame, foi feito um círculo que ficou preso na parte inferior da garrafa com fita isolante, de modo que ela ficasse estável. Depois, a bexiga maior foi cortada e esticada de modo que sua abertura cobrisse a parte inferior da garrafa e, então, uma fita isolante foi utilizada para garantir que a bexiga estivesse totalmente vedada.

Assim que o pulmão artificial ficou pronto, os alunos pesquisaram e manipularam o modelo para entender o funcionamento e órgãos que compõem o sistema respiratório em condições normais.

Depois de pronto o modelo didático, os alunos responderam às perguntas sobre quais materiais representam quais órgãos do sistema respiratório:

Bexiga amarela: _____

Bexiga azul: _____

Mangueira maior: _____

Mangueira menor: _____

Garrafa pet: _____

Terceira semana:

- Aula V – semana 3: Teste das hipóteses, discussão e elaboração de conclusões.

Na terceira semana, dia 21 de novembro de 2019, ocorreu a etapa de testar suas hipóteses, discutir os dados e elaborar as conclusões. Assim, depois de feito o modelo didático e respondidas as perguntas, os grupos se reuniram nessa aula para fazer o experimento e testar as hipóteses no modelo de pulmão artificial.

Primeiramente, os alunos registraram no caderno o que acontece com o sistema respiratório em condições normais. Para isso, em grupo, fizeram a leitura do capítulo do livro didático, discutiram e conversaram sobre o funcionamento e a forma do sistema respiratório que já tinham feito na aula anterior e reforçaram os conceitos científicos.

Depois, testaram, no modelo, a situação-problema que foi sorteada para o grupo e anotaram as alterações observadas. Para testar a situação-problema, cada grupo utilizou materiais disponibilizados pela professora. O grupo que foi sorteado com a situação de engasgamento utilizou o feijão para bloquear a traqueia. No grupo que foi sorteado para simular o que acontece com uma pessoa que tem a caixa torácica perfurada em um acidente, os alunos perfuraram a bexiga que simula o diafragma no modelo de tórax/ pulmão. E, por último, o grupo que foi sorteado para simular a crise asmática utilizou a amoeba (brinquedo infantil em forma de massa gelatinosa) para simular o estreitamento dos bronquíolos e o muco bloqueando a passagem de ar.

- Aula VI – semana 3: Discussão dos dados e apresentação dos resultados

Na sexta aula, foi realizada uma discussão dos dados com seus pares e a consolidação dos resultados de forma escrita. Para isso, nessa aula, os estudantes compararam os resultados obtidos com os modelos em situação normal e na situação problema e, com isso, verificaram suas hipóteses. Diante disso, os grupos elaboraram conclusões de seus experimentos apresentando as evidências e os argumentos para manutenção ou eliminação de suas hipóteses. Além disso, eles relacionaram esses resultados com os conhecimentos científicos sobre a respiração. Isso tudo foi feito de forma escrita e debatida em grupos e depois apresentada para toda a turma. Ao final de tudo, os alunos responderam aos questionários.

3.6. Coleta de dados sobre desempenho dos estudantes

Foi aplicado o simulado do colégio no dia 9 de dezembro de 2019 para fechamento do quarto bimestre. Nele, foram abordadas quatro questões sobre fisiologia humana, sendo duas do sistema respiratório e duas do sistema circulatório, que obedeciam aos critérios: serem todas questões objetivas, que mediam a recuperação de memória e os conhecimentos básicos sobre os sistemas, com o mesmo nível de dificuldade.

Questão 1: “Quando os músculos das costelas e do diafragma se contraem, a cavidade torácica amplia-se. Com isso sua pressão interna (1), o que ocasiona (2)”.

Qual das alternativas apresenta os conceitos que substituem corretamente os números 1 e 2, respectivamente?

- a) Aumenta; inspiração
- b) Aumenta; expiração
- c) Diminui; inspiração
- d) Diminui; expiração

Questão 2: Considere os seguintes componentes do sistema respiratório:

- alvéolo
- bronquíolo
- brônquio
- laringe
- diafragma
- cavidade nasal
- faringe
- traqueia

Marque a alternativa em que a sequência do ar inspirado percorre esses componentes:

- a) cavidade nasal → laringe → faringe → traqueia → brônquio → bronquíolo → alvéolo.
- b) cavidade nasal → faringe → laringe → traqueia → brônquio → bronquíolo → alvéolo.

c) alvéolo → bronquíolo → brônquio → traqueia → laringe → faringe → cavidade nasal.

d) alvéolo → brônquio → bronquíolo → traqueia → laringe → faringe → cavidade nasal.

Questão 3: Assinale a frase que melhor define a função do sistema circulatório dos vertebrados.

a) Transformar os resíduos metabólicos produzidos pelas células.

b) Distribuir substâncias necessárias às células de todo corpo e recolher substâncias tóxicas resultantes do metabolismo celular.

c) Transformar os alimentos em substâncias assimiláveis pelas células.

d) Oxidar o alimento utilizando CO₂, H₂O e energia.

e) Receber estímulos, processá-los e gerar respostas.

Questão 4: Durante uma atividade física geralmente ocorre:

a) Aumento da temperatura corporal, da sudorese, da frequência cardíaca e dilatação dos brônquios.

b) Diminuição da temperatura corporal, aumento da sudorese e da frequência cardíaca e dilatação dos brônquios.

c) Aumento da temperatura corporal e da sudorese, diminuição da frequência cardíaca e contração dos brônquios.

d) Diminuição da temperatura corporal, da sudorese, da frequência cardíaca e contração dos brônquios.

3.7. Coleta de dados da impressão dos estudantes

Foi aplicado um questionário com dez perguntas fechadas e uma questão aberta para os alunos. Esse questionário teve por objetivo coletar informações acerca dos diferentes aspectos das aulas de fisiologia humana, para avaliar a sequência didática, a motivação e a opinião dos discentes, no qual cada um assinalou seu grau de concordância para cada questão (Apêndice 5).

Foram coletadas informações acerca dos diferentes aspectos da aula de fisiologia humana sobre o sistema respiratório. Foi solicitado aos alunos que, ao responder o questionário, marcassem o seu grau de concordância com cada afirmação abaixo.

- 1- Discordo totalmente.
- 2- Discordo em parte.
- 3- Não concordo nem discordo.
- 4- Concordo em parte.
- 5- Concordo totalmente.

A única questão aberta do questionário solicitava a opinião dos alunos sobre a metodologia usada na aula para aprender sobre o corpo humano. Eles foram orientados pela professora a relatarem quaisquer pontos da aula de que gostaram e não gostaram, dificuldades que tiveram na aprendizagem, que aula facilitou ou não o estudo; enfim, poderiam anotar o que quisessem sobre as aulas e que não havia respostas certas ou erradas. O questionário foi aplicado após a conclusão de todas as aulas previstas na pesquisa, foram numerados e não possuíam a identificação do aluno.

Através das características comuns citadas na questão aberta foram criadas categorias conforme Bardin (2011), como meio de classificar os dados descritivos que foram recolhidos. Após várias leituras de forma qualitativa da questão, construiu-se um conjunto de nove categorias: gostoso; forma prática de aprender; ajuda na interação entre as pessoas; eficaz; facilita o aprendizado; deveria ser aplicado mais vezes; interessante; diferente com várias etapas e dinâmico.

4. Resultados

A atividade prática aconteceu na sala de aula do Colégio Estadual João Gomes e consistiu em seis aulas, sendo duas aulas conjugadas uma vez por semana, totalizando três semanas. Essa prática foi adaptada do trabalho de Aragão (2019) que apresentou uma visão demonstrativa. Neste trabalho, o uso do pulmão teve uma abordagem investigativa.

Primeira semana: Orientação

Aula 1 – semana 1: Uma questão-problema que possibilite o engajamento dos alunos em sua resolução e a busca dos conhecimentos prévios dos alunos.

Após observarem a inspiração e a expiração os alunos responderam algumas perguntas. A seguir são apresentadas as perguntas e alguns exemplos de respostas:

Pergunta 1: Quais movimentos você consegue detectar na sua barriga e peito em cada um desses eventos?

Respostas:

“Durante a inspiração é possível perceber o peito inflando e durante a expiração é perceptível a barriga murchando”.

“No momento da inspiração é quando o pulmão se enche de ar e a expiração é quando ele libera o ar; com isso acontecem esses movimentos que sentimos no peito e na barriga”.

“Quando a gente puxa o ar o peito e a barriga tipo que expandem e quando soltamos o ar ela volta ao normal”.

“No momento de inspiração é como se um balão estivesse se enchendo e no da expiração murchando esse balão”.

Pergunta 2: Por que realizamos esses movimentos quando respiramos?

Respostas:

“Para dar espaço ao ar e não ter impedimento na respiração”.

“Pois os pulmões são como bolsas de ar que se enchem de oxigênio para o corpo e precisa de espaço”.

“Para possibilitar a entrada e saída de ar”.

“Porque os músculos e os pulmões estão se movimentando permitindo a entrada e saída de ar”.

“Os pulmões enchem de ar para o oxigênio ser absorvido pelo organismo e depois libera CO₂”.

Pergunta 3: Quais órgãos estão envolvidos nesse processo?

Respostas:

“Pulmão, tórax, abdômen e diafragma”.

“Pulmões e órgãos digestórios”.

“Pulmão, coração e tórax”.

“Pulmão e coração”.

“Pulmão, diafragma, traqueia e tubos respiratórios (nariz)”.

Pergunta 4: O ar que você puxa é o mesmo que você solta?

Respostas:

“Não, pois respiramos o ar oxigênio e expiramos o ar carbônico”.

“Não. Quando inspiramos o gás inalado é oxigênio e quando solto esse gás passa por transformações no pulmão pelas células e é liberado em forma de gás carbônico”.

“Não. Na inspiração é puxado só o gás oxigênio e na expiração solta o gás carbônico”.

“Não. Respiramos gás oxigênio e soltamos gás carbônico”.

Depois de respondidas individualmente cada uma dessas questões, a turma foi dividida em cinco grupos (quatro desses grupos com cinco alunos e um grupo com três alunos) e cada grupo elaborou uma resposta-consenso. Essas são apresentadas a seguir:

Pergunta 1: Quais movimentos você consegue detectar na sua barriga e peito em cada um desses eventos?

Resposta-consenso:

Grupo 1: *“Inspiração: o peito enche com o ar e a barriga estufa. Expiração: o ar dos pulmões é solto, o peito esvazia e a barriga murcha”.*

Grupo 2: *“No movimento de inspirar, o pulmão no interior do peito, se estufa, enquanto os outros órgãos se reprimem. E no momento de expirar o pulmão se infla enquanto os outros órgãos voltam ao seu tamanho normal”.*

Grupo 3: *“Durante a inspiração é possível perceber o peito inflando, durante a expiração é perceptível a barriga diminuindo isso ajuda na entrada e saída de ar”.*

Grupo 4: *“Inspiração: o peito infla com o ar, a barriga estufa. Expiração: o ar dos pulmões é solto, o peito esvazia e a barriga murcha”.*

Grupo 5: *“Para entrada de ar o peito enche para ter mais espaço e a barriga estufa e para saída de ar dos pulmões esse espaço diminui voltando ao normal”.*

Pergunta 2: Por que realizamos esses movimentos quando respiramos?

Resposta-consenso:

Grupo 1: *“Pois a inalação/inspiração o oxigênio faz com que os pulmões encham de ar e o diafragma contrai para dar espaço e o sangue circula”*.

Grupo 2: *“Para dar espaço ao ar e não impedir sua passagem, pois sem ar o pulmão não funciona”*.

Grupo 3: *“Pois os pulmões são como bolsas de ar que se enchem de oxigênio para levar para o corpo”*.

Grupo 4: *“Para uma maior absorção do ar atmosférico e liberação rápida para a próxima respiração”*.

Grupo 5: *“Porque é o movimento dos pulmões para possibilitar a entrada e saída de ar”*.

Pergunta 3: Quais órgãos estão envolvidos nesse processo?

Resposta-consenso:

Grupo 1: *“Pulmões, diafragma, traqueia, cavidades nasais, tórax, faringe, laringe e esôfago”*.

Grupo 2: *“Pulmão, diafragma, traqueia, tórax, tubos respiratórios (nariz)”*.

Grupo 3: *“Pulmão, tórax, abdômen, traqueia e diafragma”*.

Grupo 4: *“Pulmão, estômago, nariz, órgãos respiratórios, etc.”*.

Grupo 5: *“Pulmão, tórax, traqueia, diafragma, nariz, faringe e abdômen”*.

Pergunta 4: O ar que você puxa é o mesmo que você solta?

Resposta-consenso:

Grupo 1: *“Não. Quando inspiramos o gás inalado é oxigênio; quando solto esse gás passa por transformações no pulmão pelas células e é liberado na forma de gás carbônico”*.

Grupo 2: *“Não. Na inspiração é puxado o gás oxigênio e na expiração é solto o gás carbônico”*.

Grupo 3: *“Não. Respiramos o gás oxigênio e soltamos o gás carbônico”*.

Grupo 4: *“Não, pois o corpo absorve o oxigênio e libera somente CO₂”*.

Grupo 5: *“Não. Na inspiração é puxado o gás oxigênio e na expiração é solto o gás carbônico”*.

Essas respostas eram afirmações que poderiam ser testadas, portanto, foram consideradas hipóteses elaboradas pelos grupos que, ao final da aula, foram entregues de forma escrita para a professora.

- Aula II – semana 1: a construção e registro de dados obtidos por meio de atividades práticas, de observação de experimentação, obtidos de outras fontes consultadas, ou fornecidas pela sequência didática; a discussão em grupos e a consolidação desses resultados de forma escrita.

Após essa etapa, cada grupo, com o auxílio do livro didático, respondeu as mesmas perguntas da primeira aula, como se pode ver na figura 2.



Figura 2- Grupos de alunos pesquisando em livros didáticos. Fonte própria.

Em seguida, os alunos compararam as respostas formuladas através das informações do livro com as hipóteses formuladas por eles na primeira aula, analisando quais hipóteses do grupo foram confirmadas e quais foram refutadas, como se pode observar nas figuras de 3 a 7.

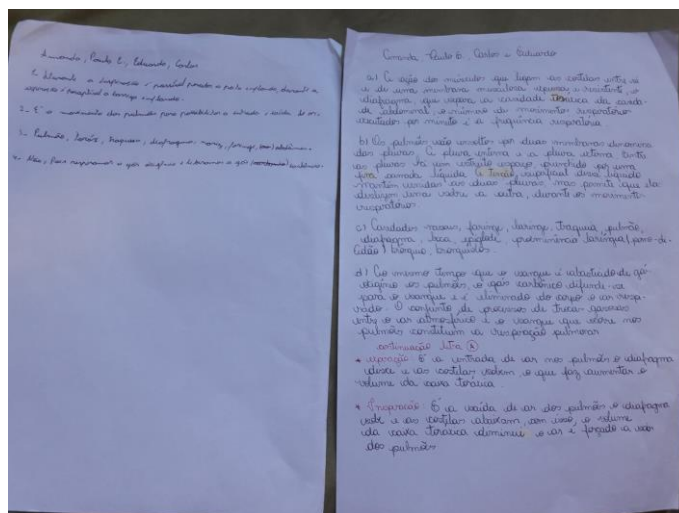


Figura 3- Comparação das hipóteses com a pesquisa realizada em sala do grupo 1. Fonte: própria.

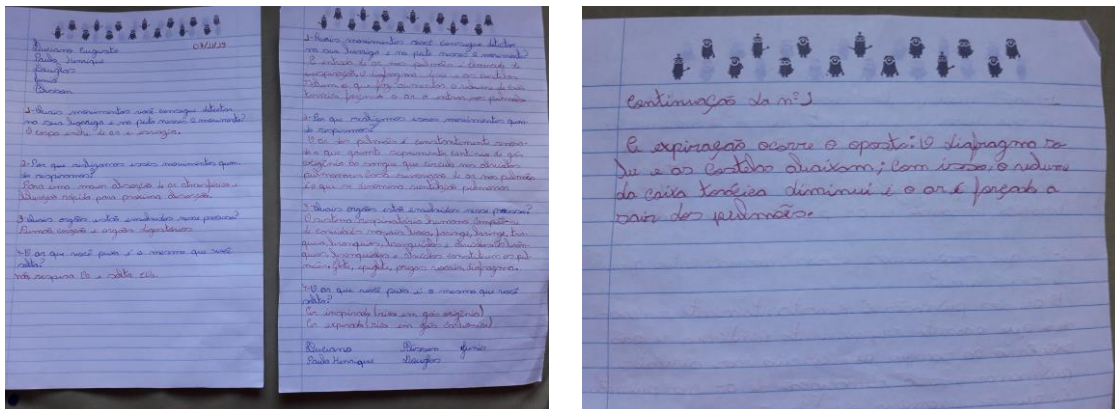


Figura 4- Comparação das hipóteses com a pesquisa realizada em sala do grupo 2. Fonte: própria.

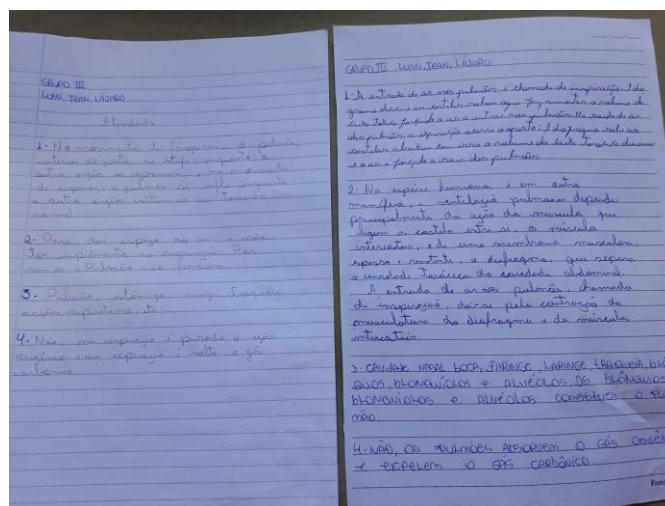


Figura 5- Comparação das hipóteses com a pesquisa realizada em sala do grupo 3. Fonte: própria.

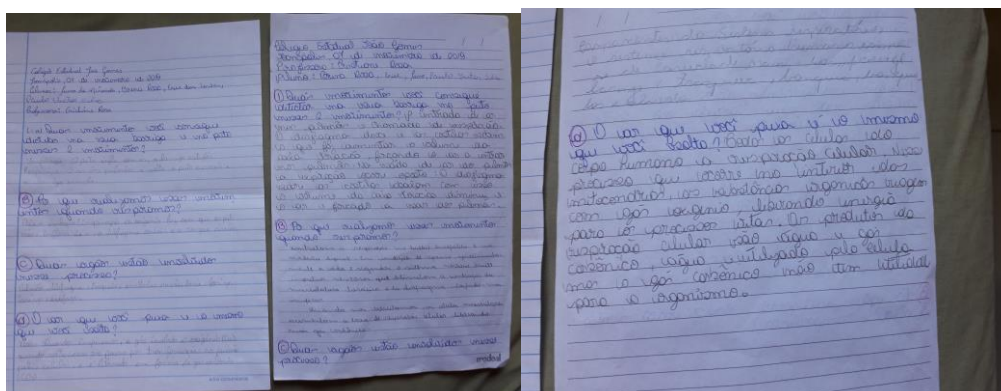


Figura 6- Comparação das hipóteses com a pesquisa realizada em sala do grupo 4. Fonte: própria.

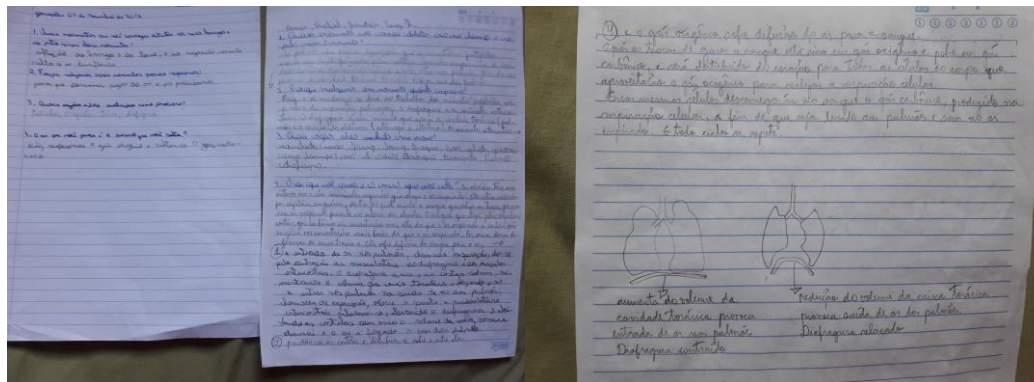


Figura 7- Comparação das hipóteses com a pesquisa realizada em sala do grupo 5. Fonte: própria.

Por fim, cada grupo elaborou um texto final apresentando as conclusões da atividade. Essas são apresentadas a seguir:

Grupo 1: *“O sistema respiratório realiza dois movimentos importantes para o nosso corpo: eles são chamados inspiração e expiração. Para esses movimentos acontecer temos a contração e o relaxamento de músculos como o diafragma. Os órgãos que fazem parte são cavidades nasais, faringe, laringe, traqueia, pulmões e diafragma”.*

Grupo 2: *“A entrada de ar nos pulmões é chamada de inspiração. O diafragma desce e as costelas sobem, o que faz aumentar o volume da caixa torácica forçando o ar a entrar nos pulmões. Na saída de ar dos pulmões é a expiração e ocorre o oposto, o diafragma sobe, as costelas abaixam e com isso o volume da caixa torácica diminui e o ar é forçado a sair dos pulmões”.*

Grupo 3: *“A entrada de ar nos pulmões é chamada de inspiração. O diafragma desce e as costelas sobem, o que faz aumentar o volume da caixa torácica forçando o ar a entrar nos pulmões. Na saída de ar dos pulmões é a expiração e ocorre o oposto, o diafragma sobe, as costelas abaixam e com isso o volume da caixa torácica diminui e o ar é forçado a sair dos pulmões. Estão envolvidos órgãos como cavidade nasal, laringe, brônquio, bronquíolos e alvéolos como se fossem canos transportando o ar. Percebemos que o estômago não faz parte dos órgãos respiratórios”.*

Grupo 4: *“O ar inspirado passa pela faringe, laringe, traqueia que se ramifica em dois caminhos, que são chamados brônquios que entram cada qual em um pulmão. Dentro dos pulmões o ar chega a minúsculas bolsas de ar chamadas alvéolos ocorrendo as trocas de gás carbônico e gás oxigênio”*.

Grupo 5: *“Os movimentos que realizamos estão relacionados com o processo de inspiração e expiração. Ao inspirarmos o diafragma e os músculos intercostais se contraem provocando aumento da cavidade torácica ajudando a entrada de ar nos pulmões. E quando expiramos ocorre exatamente o contrário: os músculos relaxam, a cavidade torácica diminui e ocorre a liberação de ar dos pulmões. Devido a uma diferença de concentração o gás oxigênio é absorvido e o gás carbônico é liberado”*.

Segunda semana:

- Aula III – semana 2: Elaboração das questões problema e hipóteses em pequenos grupos de discussão.

Na segunda semana foram sorteadas as seguintes situações:

A – Se, por algum motivo, você está comendo e acaba se engasgando, você para de respirar?

B – Se acontece um acidente de carro ou de moto e a pessoa acidentada perfura a caixa torácica, ela para de respirar?

C – Se uma pessoa tem uma crise asmática, ela para de respirar?

Cada grupo elaborou uma hipótese para explicar as situações apresentadas. A hipótese foi entregue à professora.

Situação A

Grupo 1: *“Sim, pois tampa as vias respiratórias impedindo a passagem do ar”*.

Grupo 4: *“Sim, pois tampa a laringe que é uma via respiratória e não deixa o ar passar”*.

Situação B

Grupo 2: *“Não, mas a pessoa vai sentir uma certa dificuldade respiratória”*.

Grupo 5: *“Não para de respirar, pois não perfurou os pulmões; só a caixa torácica”*.

Situação C

Grupo 3: *“Não, porque ela está com falta de ar, ou seja, uma dificuldade para respirar”*.

Seguindo a aula, ocorreu a construção do pulmão artificial por cada grupo (Figura 8). Esse protótipo seria utilizado pelos alunos para testar as hipóteses formuladas na aula anterior.

Para isso, eles assistiram a um vídeo bem rápido explicando como fazer um pulmão artificial caseiro acessado no *Youtube* no canal ‘Manual do Mundo’ (2014).



Figura 8- Pulmão artificial de garrafa pet. Fonte: própria.

Cada grupo cortou a garrafa PET utilizando a tesoura e o estilete. Em seguida, encheram os balões e deixaram presos por 20 minutos com prendedor de roupa para que ficasse mais flexível (Figura 9).



Figura 9- Grupos de alunos enchendo os balões para construção da maquete. Fonte: própria.

Logo após, foi feito um furo no meio da tampa da garrafa usando o ferro de solda. Em seguida, foi feito um furo no meio da mangueira menor também usando o ferro de solda e, nesse furo, foi encaixada a mangueira maior. Em seguida, usando a cola quente (Figura 10), foi vedada a mangueira no local de encaixe, ficando em formato de T (Figura 11). Para dar maior estabilidade e um formato de Y (que lembra a traqueia e os brônquios), foi colocado um arame no seu interior e dobrado para dar esse formato (Figura 12). Depois, foi testado (Figura 13) para ver se estava tudo vedado com a cola quente. Em seguida, foi esvaziado o balão pequeno e colocado em cada extremidade da mangueira menor, sendo fixado com o elástico (Figura 14).



Figura 10- Alunos usando cola quente para vedar o local de encaixe da mangueira. Fonte: própria.

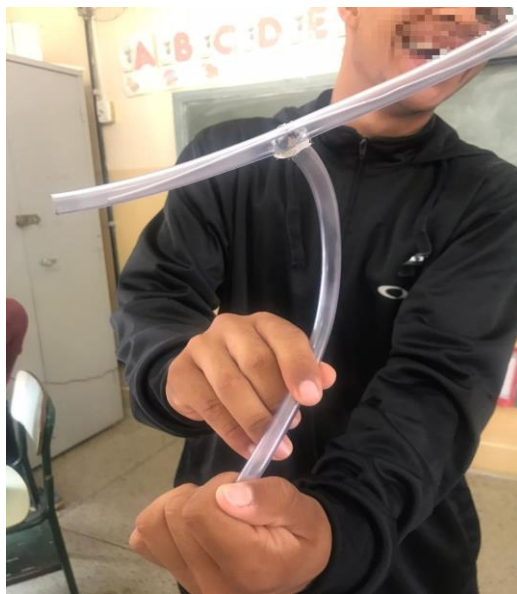


Figura 11- Mangueira no formato de T. Fonte: própria.



Figura 12- Mangueira com arame no seu interior dando o formato de Y. Fonte: própria.



Figura 13- Aluna testando possível vazamento de ar na mangueira. Fonte: própria.



Figura 14- Aluno prendendo bexigas nas extremidades da mangueira com elástico. Fonte: própria.

Depois de pronta, a mangueira em formato de Y foi presa com os balões nas duas extremidades (Figura 15). Foi feito um orifício na tampinha da garrafa usando o ferro de solda (Figura 16).



Figura 15- Balões presos na extremidade da mangueira com elástico. Fonte: própria.



Figura 16- Aluno furando a tampinha da garrafa para montagem interna da maquete. Fonte: própria.

Com o furo na tampinha, foi colocada a mangueira com os balões dentro da garrafa, de tal forma que a mangueira maior foi encaixada no furo da tampa, deixando o Y de cabeça para baixo (Figura 17).

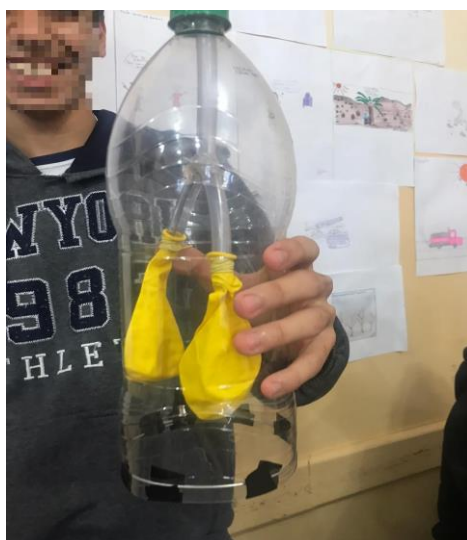


Figura 17- Mangueira encaixada no interior da garrafa na forma de Y invertido. Fonte: própria.

Depois, os alunos fizeram um círculo de arame e encaixaram na parte de baixo da garrafa para dar maior estabilidade para o pulmão caseiro (Figura 18).

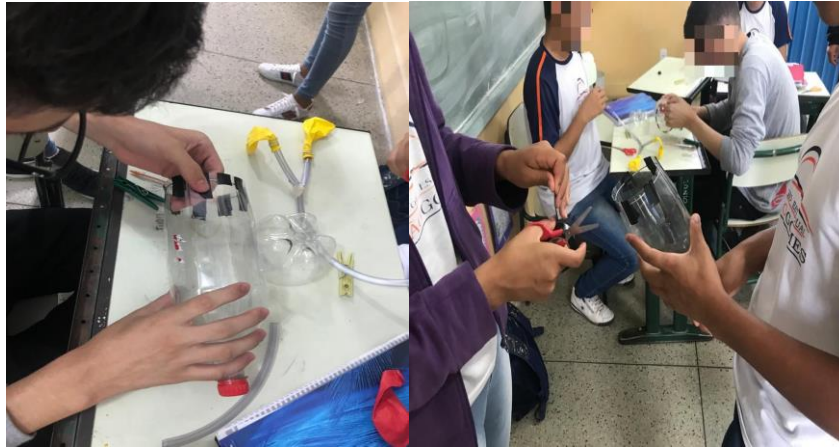


Figura 18- Grupo de alunos encaixando o arame na parte inferior da garrafa. Fonte: própria.

Em seguida, os alunos cortaram a parte superior do balão grande e esticaram a parte de baixo do balão sobre a abertura inferior da garrafa (Figura 19). Por fim, cada grupo passou uma fita isolante na borda da garrafa, vedando a bexiga (Figura 20).



Figura 19- Grupo de alunos colocando o balão na parte inferior da garrafa. Fonte: própria.



Figura 20- Aluno usando a fita para finalizar o pulmão caseiro. Fonte: própria.

Assim, foi possível visualizar o funcionamento do pulmão artificial caseiro (Figura 21).

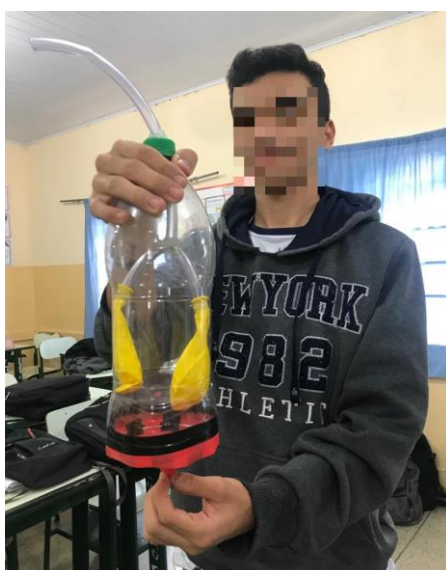


Figura 21- Aluno testando o pulmão artificial caseiro. Fonte: própria.

Ao final da atividade, foi perguntado aos alunos quais órgãos do sistema respiratório os materiais (balões amarelos, balão vermelho, mangueira maior, mangueira menor e garrafa PET) representavam. Alguns grupos, ao responder essas perguntas, desenharam o pulmão artificial, como se pode ver na figura 22.

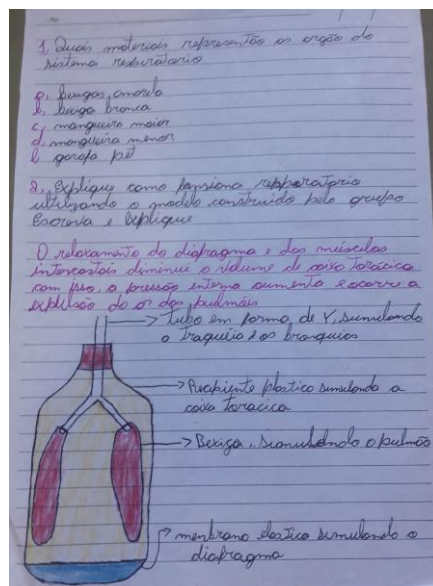


Figura 22- Desenho do pulmão artificial realizado pelo grupo. Fonte: própria.

Terceira semana:

- Aula V – semana 3: Teste das hipóteses, discussão e elaboração de conclusões.

Na terceira semana ocorreu a etapa de testar suas hipóteses. Primeiramente, os alunos registraram no caderno o que acontece com o sistema respiratório em condições normais. Para isso, cada grupo fez a leitura do capítulo do livro didático, discutiram e conversaram sobre funcionamento e a forma do sistema respiratório (Figura 23). Depois, simularam no modelo respiratório a situação problema do grupo e anotaram as alterações observadas.



Figura 23- Alunos discutindo o funcionamento do pulmão artificial. Fonte: própria.

Simulação da situação A e teste de hipótese

Para simular a situação A, foi utilizado um grão de feijão para impedir a passagem de ar na mangueira (Figura 24).



Figura 24- Feijões obstruindo as vias respiratórias. Fonte: própria.

Os grupos 1 e 4 simularam a situação A para testar suas hipóteses na maquete construída pelo grupo (Figuras 25 e 26).



Figura 25- Grupo testando a situação A usando grãos de feijão. Fonte: própria.



Figura 26- Grupo apresentando sua situação. Fonte: própria.

Hipótese do grupo 1: *“Sim, pois tampa a via respiratória e a passagem de ar fica obstruída pelo alimento ingerido”*.

Para testar sua hipótese, o grupo utilizou um grão de feijão bem pequeno e um grão grande. Colocado o grão pequeno, um dos alunos assoprou e o restante do grupo observou na mangueira para ver se os pulmões (balões) se enchiam. Eles perceberam que passava o ar, mas enchia pouco os balões. Já com o grão maior, nesse mesmo teste, eles observaram que o ar não passava, ou seja, os balões não se movimentavam, mostrando que a via aérea estava obstruída. Então, o grupo confirmou a hipótese elaborada de que uma pessoa para de respirar quando se engasga, pois a via respiratória fica obstruída pelo alimento.

Hipótese do grupo 4: *“Sim, pois não tem como o ar passar porque está impedido pelo alimento”*.

Esse grupo também utilizou o feijão e um dos alunos foi ao pátio da escola, pegou uma pedra maior que o feijão e testou colocando na mangueira. O grupo observou também que o ar não passava, tanto com o feijão quanto com a pedra. Assim confirmaram a sua hipótese, pois o alimento obstruiu o caminho do ar e a “pessoa” parou de respirar. É um processo perigoso, pois a pessoa vai ficando com o rosto roxo, leva a mão ao pescoço em um sinal de desespero.

Simulação da situação B e teste de hipótese

Para a situação B, foi perfurado o balão que representava o diafragma pelo grupo 2 (Figura 27), e o grupo 5 perfurou a caixa torácica representada pela garrafa pet (Figura 28).



Figura 27- Balão que representa o diafragma perfurado. Fonte: própria.



Figura 28- Caixa torácica perfurada representada pela garrafa pet. Fonte: própria.

Os grupos 2 e 5 simularam a situação B testando suas hipóteses no modelo construído pelo grupo (Figuras 29 e 30).



Figura 29- Grupo 2 simulando a situação B na maquete. Fonte: própria.



Figura 30- Grupo 5 simulando a situação B na maquete. Fonte: própria.

Hipótese do grupo 2: *“Não, ela vai ter uma certa dificuldade pra respirar, mas não para de respirar, pois não perfurou os dois pulmões”*.

O grupo 2 amassou a garrafa pet com as mãos para demonstrar um acidente de carro em que a pessoa bateu o tórax no volante e, como consequência, perfurou o tórax. Então, eles cortaram o balão que representava o diafragma. Percebendo que o pulmão estava murcho e não enchia, o grupo discutiu entre si, refutando a hipótese inicial. Um

dos integrantes do grupo assoprou a mangueira e observou que o balão enchia, mas quando o diafragma estava rompido o balão não enchia. Concluíram, então, que a pessoa para de respirar, pois a caixa torácica foi perfurada, perdendo a pressão negativa que mantém os pulmões expandidos para a entrada do ar.

Hipótese do grupo 5: *“Sim, pois o impacto provoca uma falta de ar”*.

O grupo 5 testou sua hipótese utilizando uma tesoura que simulou a queda de um motoqueiro que bateu o tórax em algo pontiagudo com tal força que perfurou o tórax. Para perfurar melhor a garrafa pet, o grupo utilizou o ferro de solda. Ao puxar o balão que representava o músculo diafragma no modelo, o grupo percebeu que os balões (pulmões) continuavam murchos e não enchiam, pois o furo causou a perda da pressão interna, impedindo a entrada de ar. Mas, quando tampava o furo com o dedo, os balões enchiam normalmente. Então, os alunos observaram, discutiram e chegaram à conclusão de que a pessoa para de respirar, confirmando a hipótese inicial.

Observação na situação B: Os pulmões em condições normais tendem ao colapso e isso só não acontece devido à ação das pressões atmosférica e pleural. Durante quase todo o ciclo respiratório, a pressão no interior dos brônquios é maior que a pressão intrapleural, por conta da elasticidade intrínseca do pulmão, ou seja, a pressão no espaço pleural é negativa em relação à pressão atmosférica. O gradiente de pressão resultante mantém a pleura visceral apostada contra a pleura parietal na parede torácica em um equilíbrio dinâmico, que é rompido quando se estabelece comunicação entre um meio externo e a cavidade pleural. Assim, a caixa torácica é perfurada, perdendo a pressão negativa no espaço intrapleural. A penetração de ar altera todo esse equilíbrio pressórico e torna a pressão da cavidade pleural positiva. A interposição de ar entre as pleuras caracteriza o pneumotórax, que pode ter origem a partir de rotura da pleura visceral, parietal ou por descontinuidade da pleura mediastinal na lesão do esôfago ou de vias aéreas. Não precisa necessariamente atingir os pulmões para gerar o pneumotórax. As principais consequências fisiológicas dependem da magnitude do pneumotórax (podendo atingir somente a pleura e a pessoa para de respirar), da condição do pulmão e do nível tensional que ocasionam a restrição à ventilação

pulmonar. Ocorre uma redução dos volumes dos pulmões, da capacidade vital e de difusão.

O grupo 2, ao amassar a garrafa pet com as mãos e cortar o balão que representava o diafragma, tentou simular a caixa torácica perfurada, ou seja, o pneumotórax. Ao soprar a mangueira, o grupo simulou um segundo momento no qual, depois do acidente, a pessoa é resgatada, simulando a ação de um respirador mecânico que é o tratamento imediato para o pneumotórax por trauma. Dessa forma, a hipótese do grupo 2 foi refutada, pois a pessoa para de respirar. Devido a essa diferença de pressão, o ar não entra nos pulmões.

Simulação da situação C e teste de hipótese

Na situação C, foi utilizada uma amoeba (Figura 31) para representar o estreitamento dos brônquios e o muco em excesso produzido em crises asmáticas pelo grupo 3.



Figura 31- Aluna colocando amoeba para representar o muco espesso e o estreitamento das vias respiratórias. Fonte: própria.



Figura 32- Grupo 3 simulando a situação C na maquete. Fonte: própria.

Hipótese do grupo 3: *“Não. A pessoa tem falta de ar nos pulmões, tem dificuldade para respirar e por isso o uso da famosa bombinha”.*

Para testar a hipótese, o grupo 3 utilizou amoeba (Figuras 32 e 33) para demonstrar a obstrução da via respiratória. Essa geleia foi colocada por um dos integrantes do grupo dentro da mangueira que representava a traqueia e os brônquios. Percebeu-se que o espaço para o ar passar estava bem estreito, ocasionando dificuldade de respirar. Então, o grupo confirmou a sua hipótese de que a pessoa não para de respirar, pois existe um pequeno espaço para passagem de ar e isso gera uma dificuldade de respirar.



Figura 33- Representação do estreitamento da traqueia pela amoeba. Fonte: própria.

- Aula VI – semana 3: Discussão e apresentação dos resultados

Depois de registrarem no caderno o funcionamento do sistema respiratório em condições normais (lembrando que para isso cada grupo fez a leitura do livro), os alunos conversaram e discutiram sobre o funcionamento e a anatomia desse sistema, usando o modelo para entender o seu funcionamento normal.

Logo em seguida, cada grupo simulou no modelo a sua situação problema. Os grupos 1 e o 4 simularam a situação A, na qual a pessoa engasgada deixa de respirar. Após obstruírem com feijões a passagem de ar no modelo, confirmaram sua hipótese inicial de que a pessoa para de respirar quando está engasgada.

Os grupos 2 e 5 simularam a situação B na qual, após um acidente de moto ou carro, a pessoa tem a caixa torácica perfurada e deixa de respirar. A hipótese inicial do grupo 2 foi refutada, pois, quando a caixa torácica é perfurada, a pessoa para de respirar. O grupo 5, por sua vez, teve sua hipótese confirmada pela demonstração da perda da pressão interna através do orifício feito na garrafa pet.

O grupo 3 simulou a situação C na qual, devido a uma crise asmática, a pessoa para de respirar, o que confirmou a hipótese do grupo de que a pessoa respira, mas com dificuldade devido ao estreitamento das vias aéreas.

Comparando os resultados obtidos pelas simulações com a situação real, cada um dos grupos apresentou para a turma suas conclusões e explicou se suas hipóteses foram aceitas ou refutadas (Figura 34). Relacionando esses resultados com os conhecimentos científicos sobre respiração, foi produzido um texto final que é apresentado a seguir:



Figura 34- Grupos de alunos apresentando suas conclusões. Fonte: própria.

Situação A: Engasgamento

Grupo 1: *“Quando engolimos um alimento a epiglote, que fica na entrada da laringe, automaticamente fecha essa entrada impedindo que o alimento vá para a laringe e chegue até os pulmões. Quando por algum motivo engasgamos, esse fechamento falha e o alimento penetra na laringe e ocorre na pessoa o reflexo de tossir. A tosse também acontece quando substâncias do ar irritam a faringe, a laringe ou a traqueia. A tosse permite o ar sair dos pulmões, que acaba retirando essas substâncias ou alimentos quando pequenos. Mas quando o alimento é muito grande pode obstruir a passagem do ar deixando a pessoa com falta de ar, roxa, apavorada e com as mãos no pescoço, pois o som não sai sinalizando que algo está acontecendo. Temos que manter a calma e tentar ajudar essa pessoa, mas se não dermos conta também pode ser feito procedimento ensinado pelos bombeiros de apertar a caixa torácica com os braços fazendo com que a pressão expulse o que está entalado na garganta”.*

Grupo 4: *“A faringe é um canal comum tanto para a respiração como para o sistema digestório. E para isso funcionar normalmente existe a epiglote que fecha a entrada da laringe quando engolimos evitando que o alimento chegue nas vias respiratórias. Mas quando uma pessoa engasga o alimento entrou nas vias respiratórias, ou seja, foi para o caminho errado e acaba impedindo a passagem de ar. Pois ocorreu uma falha no fechamento da epiglote (tampa), temos um acesso de tosse tentando limpar a garganta*

e para o alimento voltar pro lugar certo. Quando não volta acaba obstruindo a passagem de ar e a pessoa não consegue respirar. Isso é muito perigoso, pois pode ir para os pulmões e ocasionar uma pneumonia. Manter a calma e ajudar a pessoa engasgada abraçando-a por trás na região da barriga e fazer movimentos para cima com força pode gerar o reflexo instantâneo da tosse e provocar a saída do alimento”.

Situação B: Pneumotórax

Grupo 2: “Os pulmões são revestidos por duas membranas chamadas pleuras que protegem como se fosse uma bolha que encapsula os pulmões e durante a respiração essas membranas permitem que os pulmões se movimentem. Quando acontece um acidente, por exemplo, de moto ou carro pode provocar a ruptura no tórax e acontece um vazamento do ar e esse ar pode ficar retido na caixa torácica que empurra e faz um colapso do pulmão. Pode acontecer também com doenças do pulmão e acontecer do ar dentro dos pulmões ir para a pleura. Isso está relacionado com o tabagismo e é uma lesão extremamente séria e a pessoa precisa de tratamento médico imediato”.

Grupo 5: “Nossos pulmões são protegidos por membranas bem finas chamadas pleuras e existe um micro espaço entre elas que é preenchido pelo líquido pleural que tem a função de lubrificar para facilitar os movimentos dos pulmões na cavidade, para que o ar possa entrar no pulmões e aconteça a respiração normalmente. Se em algum acidente, seja de moto ou carro, ou uma queda de uma certa altura perfurar a caixa torácica, pode ocorrer um entrada de ar no espaço intrapleural, que é chamado de pneumotórax, e esse pulmão murcha, ou seja, colapsa. A pessoa pode sentir uma falta de ar e parar de respirar. Ela precisa ir ao hospital para receber os cuidados necessários, pois é muito perigoso”.

Situação C: Crise asmática

Grupo 3: “A asma é um problema respiratório no qual os brônquios e os bronquíolos se contraem, reduzindo o espaço para passar o ar. Isso provoca uma grande falta de ar, mas a pessoa não para de respirar. Muitas vezes a asma ocorre em resposta a uma

alergia que pode ser por grãos de pólen, perfume, poeira, mofo etc. que pode provocar uma inflamação e produção de catarro (muco) nas vias respiratórias ajudando ainda mais na falta de ar. Por isso a “bombinha” usada por pessoas que têm asma é muito importante, pois é um remédio que atua nos brônquios provocando um aumento de seu diâmetro e melhorando a respiração. É importante lembrar que o uso de medicamentos deve ser feito com a orientação adequada do médico”.

4.1. Resultado quantitativo

Foi aplicado um simulado do colégio para fechamento do quarto bimestre do ano letivo de 2019 e foram abordadas quatro questões de fisiologia humana com o mesmo nível de dificuldade. Dessas, duas estavam relacionadas ao sistema respiratório e duas ao sistema circulatório. É importante destacar que o conteúdo de sistema respiratório foi trabalhado por meio da sequência didática por investigação, enquanto o conteúdo do sistema circulatório foi abordado por aula expositiva tradicional.

Como se pode verificar na Figura 35, 48% dos estudantes (11 de 23) acertaram as duas questões, 43% dos estudantes (10 de 23) acertaram uma das questões e apenas 8% (2 de 23) não acertaram nenhuma das questões sobre o sistema respiratório. Já na figura 36, é possível analisar o resultado sobre as questões do sistema circulatório, no qual 39% (9 de 23) acertaram as duas questões ou apenas uma questão e a quantidade de alunos que não acertaram as duas questões aumentou para 22% (5 de 23).

Levando em consideração que quem acertou as duas questões de cada área no simulado tirou 10 pontos, a média dos estudantes para as questões do sistema respiratório foi 7,0, enquanto, para as perguntas sobre o sistema circulatório, a média foi de 5,9, como se pode observar na figura 37. Portanto, podemos observar que o desempenho dos estudantes no simulado foi melhor quando o conteúdo de fisiologia humana foi ministrado por investigação do que por aulas expositivas tradicionais.

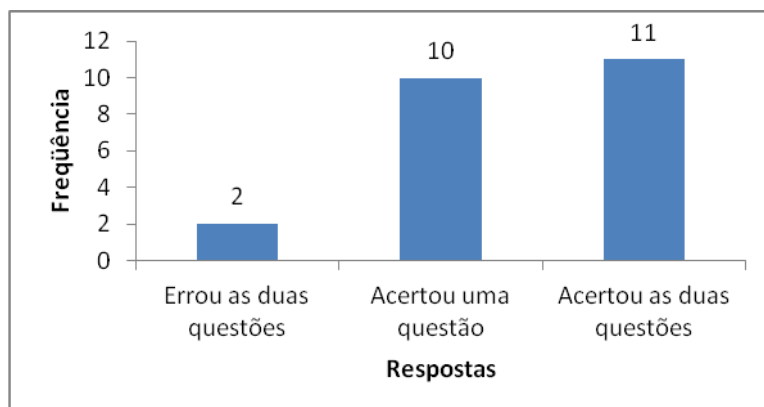


Figura 35- Desempenho dos 23 estudantes nas duas questões do simulado sobre o sistema respiratório. O número acima indica o número de estudantes em cada categoria. Fonte: própria.

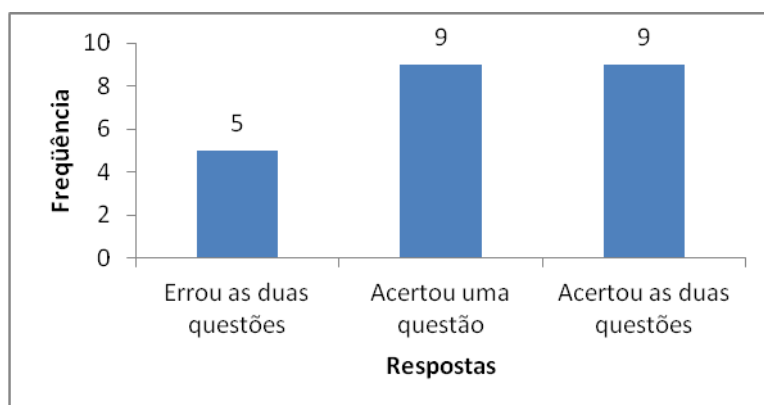


Figura 36- Desempenho dos 23 estudantes nas duas questões do simulado sobre o sistema circulatório. O número acima indica o número de estudantes em cada categoria. Fonte: própria.

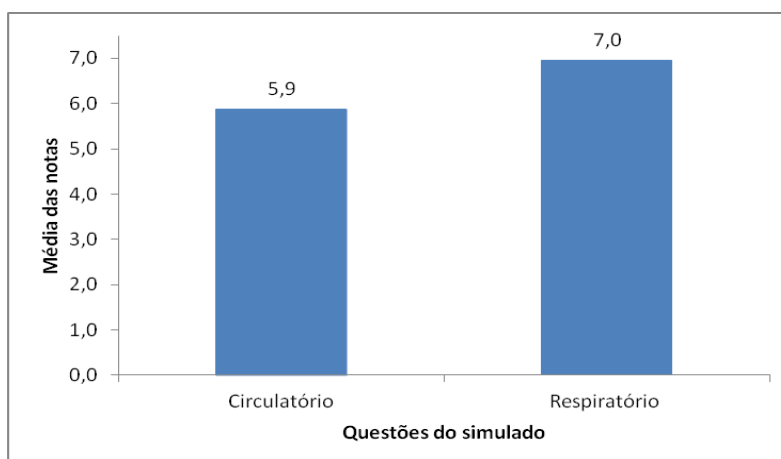


Figura 37- Média dos 23 estudantes nas questões de sistema respiratório e sistema circulatório no simulado. O número acima indica a média em cada categoria. Fonte: própria.

4.2. Resultado das questões fechadas do questionário

O resultado das questões fechadas tinha como objetivo verificar se, na visão dos estudantes, as atividades práticas investigativas de fisiologia humana melhoraram o processo de aprendizagem, tornando-o mais interessante e motivador, proporcionando uma conexão dos conteúdos com as situações vividas pelos alunos.

Questão 1 – A organização da aula ajudou a me manter atento ao assunto tratado.

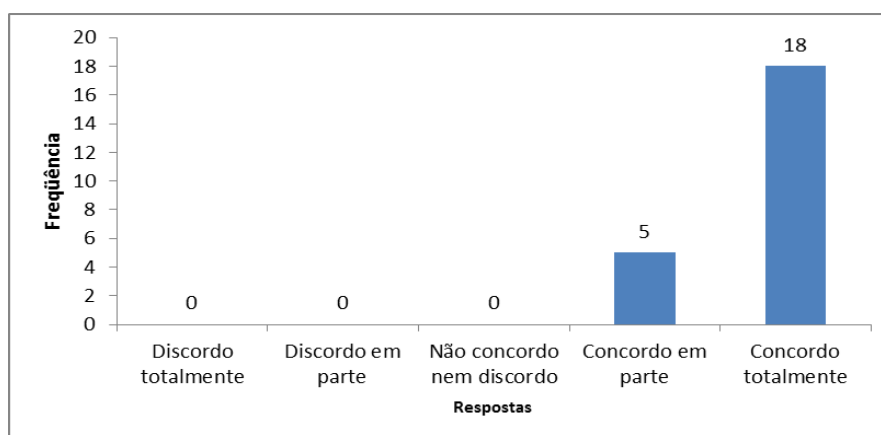


Figura 38- Resultado da questão “A organização da aula ajudou a me manter atento ao assunto tratado”. Responderam a essa questão um total de 23 alunos e o número acima das barras corresponde ao número de alunos que respondeu em cada categoria. Fonte: própria.

A primeira questão solicitava que os alunos concordassem ou não com a atenção durante a realização das aulas, buscando observar o nível de interesse e motivação por parte deles. Na Figura 38, pode-se constatar que 78,3 % (18 de 23) dos estudantes indicaram atenção nas aulas, enquanto 21,7 % (5 de 23) estiveram, em parte, atentos ao assunto da aula. É interessante notar que nenhum discente discordou da afirmação, mostrando que todos tiveram sua atenção capturada pela dinâmica da aula, ou seja, pela sequência investigativa.

Questão 2 – Percebi relações do conteúdo da aula com as situações do meu dia a dia.

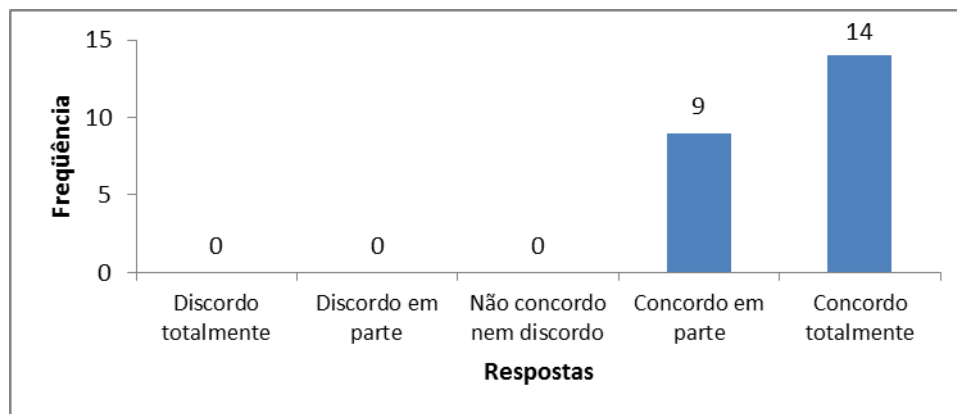


Figura 39- Resultado da questão “Percebi relações do conteúdo da aula com as situações do meu dia a dia”. Responderam a essa questão um total de 23 alunos e o número acima das barras corresponde ao número de alunos que respondeu em cada categoria. Fonte: própria.

A questão 2 buscava constatar se a sequência investigativa conseguiu estabelecer algum vínculo do conteúdo de sistema respiratório com conhecimentos prévios ou situações cotidianas dos alunos. Observa-se, na figura 39, que 61% (14 de 23) dos estudantes demonstraram já ter algum conhecimento prévio e que 39% (9 de 23) concordaram em parte em ter esses conhecimentos prévios. Novamente, nenhum aluno discordou, o que permite a conclusão de que os alunos já tinham algum conhecimento prévio do sistema respiratório.

Questão 3 – A estrutura/dinâmica da aula me fez querer ler mais sobre o assunto (Buscas na internet, por exemplo).

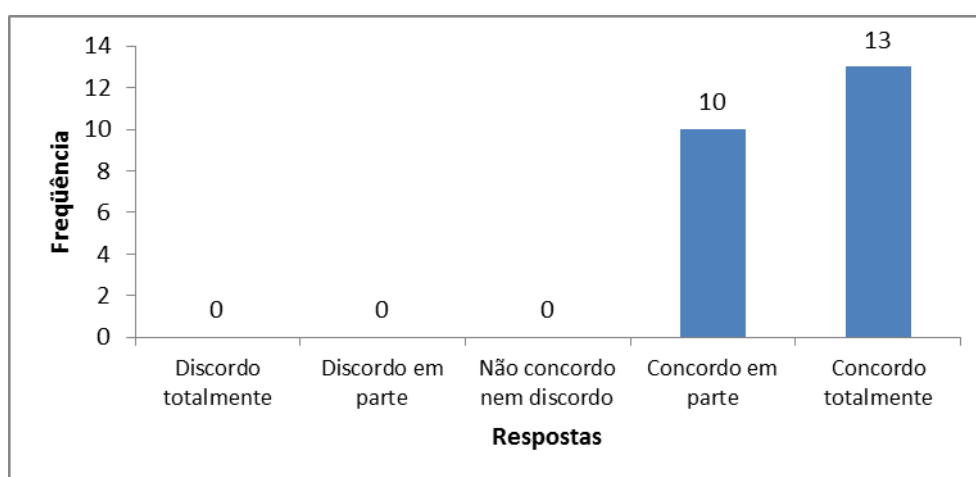


Figura 40- Resultado da questão “A estrutura/dinâmica da aula me fez querer ler mais sobre o assunto (Buscas na internet, por exemplo)”. Responderam a essa questão um total de 23 alunos e o número acima das barras corresponde ao número de alunos que respondeu em cada categoria. Fonte: própria.

A questão 3 buscava compreender se houve maior interesse dos alunos em estudar mais sobre o assunto abordado em sala de aula ou outro qualquer assunto que tivesse relação com o que foi aplicado. Percebe-se, pela figura 40, que 56,5% (13 de 23) concordaram totalmente e 43,4% (10 de 23) concordaram em parte, demonstrando interesse sobre o assunto após a aula. Mais uma vez, nota-se que não houve nenhuma resposta discordante da questão.

Questão 4 – O conteúdo da aula está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.

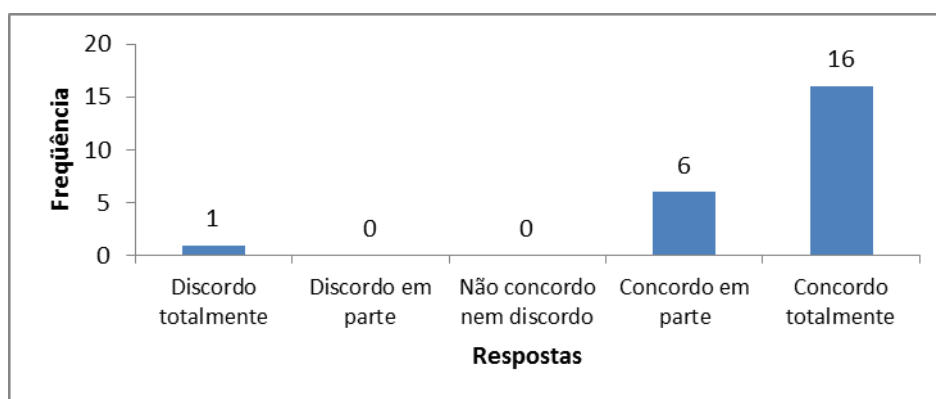


Figura 41- Resultado da questão “O conteúdo da aula está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía”. Responderam a essa questão um total de 23 alunos e o número acima das barras corresponde ao número de alunos que respondeu em cada categoria. Fonte: própria.

A questão 4 buscava perceber se a sequência didática aplicada na sala de aula levou o estudante a fazer alguma conexão com algum conhecimento anterior: por exemplo, se ele conhecia algum tipo de doença, alguns órgãos e outros assuntos sobre o sistema respiratório. Observa-se na figura 41 que 69,5% (16 de 23) concordaram totalmente, mostrando que já possuíam um conhecimento anterior sobre o assunto tratado na aula; 26,1% (6 de 23) concordaram em parte e somente 4,3% (1 de 23) discordaram.

Questão 5 – No decorrer da aula senti confiança de que estava aprendendo.

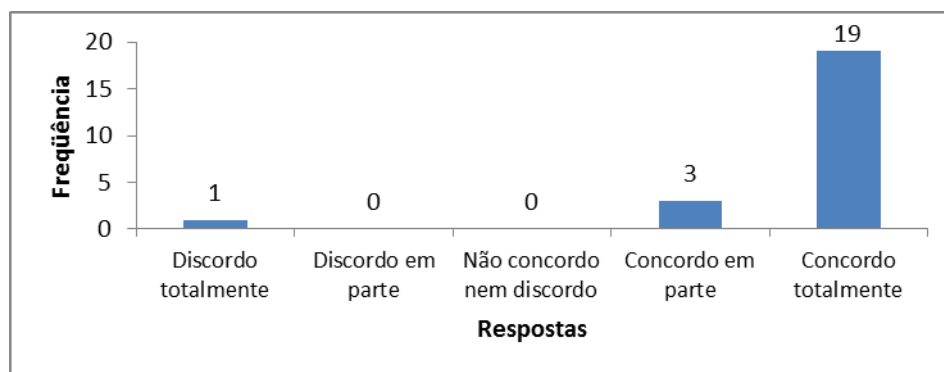


Figura 42- Resultado da questão “No decorrer da aula senti confiança de que estava aprendendo”. Responderam a essa questão um total de 23 alunos e o número acima das barras corresponde ao número de alunos que respondeu em cada categoria. Fonte: própria.

A questão 5 buscava revelar se o aluno percebia que estava confiante no seu aprendizado de aula, pois durante a aplicação das aulas os alunos tiveram ações e atitudes que visavam o protagonismo, seja pela construção do modelo, pela pesquisa ou pela discussão em grupo. De acordo com a figura 42, observa-se que 82,6% (19 de 23) concordaram totalmente e 13% (3 de 23) concordaram em parte, mostrando, assim, uma grande confiança por parte dos alunos sobre o que estavam aprendendo. Apenas 4,3% (1 de 23) dos alunos discordaram.

Questão 6 – Acho que poderei utilizar no meu dia a dia as coisas que aprendi na aula.

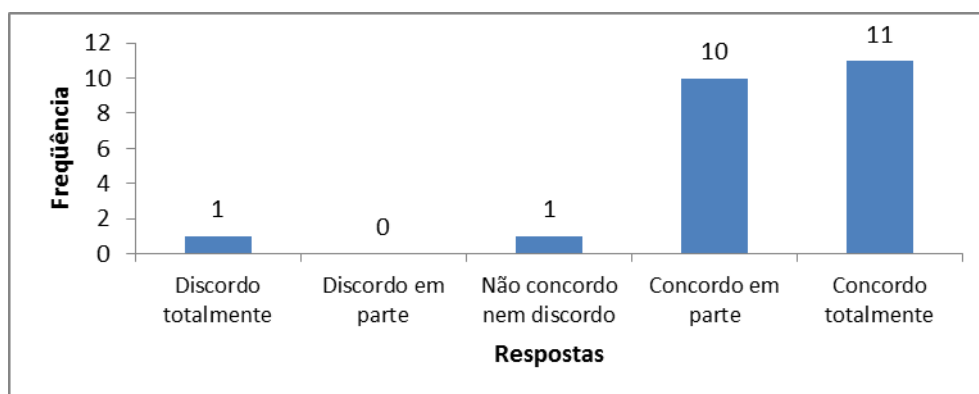


Figura 43- Resultado da questão “Acho que poderei utilizar no meu dia a dia as coisas que aprendi na aula”. Responderam a essa questão um total de 23 alunos e o número acima das barras corresponde ao número de alunos que respondeu em cada categoria. Fonte: própria.

A questão 6 buscava saber se o que foi aprendido em sala poderia ser utilizado/vivenciado no dia a dia dos alunos. De acordo com a figura 43, nota-se que

47,8% (11 de 23) concordaram totalmente e 43,4% (10 de 23) concordaram em parte, mostrando, assim, que o conteúdo pode ser praticado no dia a dia dos alunos. Apenas 1 estudante (4,3%) não concordou nem discordou e outro (4,3%), discordou totalmente.

Questão 7 – Acho que vou esquecer rapidamente o que aprendi na aula.

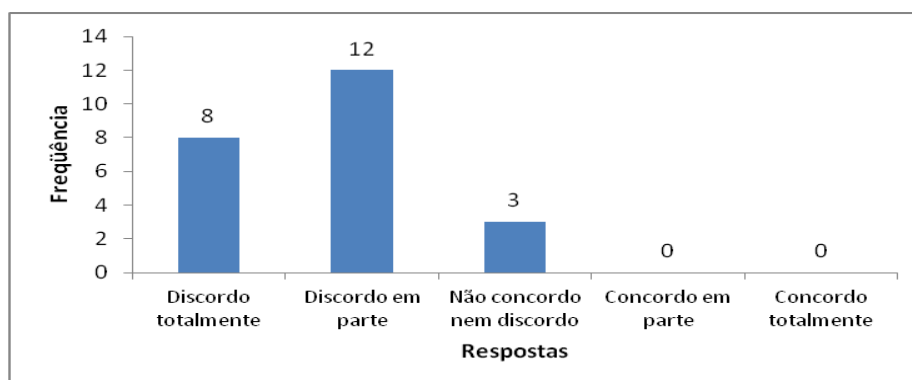


Figura 44- Resultado da questão “Acho que vou esquecer rapidamente o que aprendi na aula”. Responderam a essa questão um total de 23 alunos e o número acima das barras corresponde ao número de alunos que respondeu em cada categoria. Fonte: própria.

A questão 7 buscava entender se o aluno esqueceria facilmente o que foi desenvolvido no decorrer das aulas ou se houve um entendimento mais marcante para seus estudos durante as aulas da sequência didática. Conforme a figura 44, 34,8% (8 de 23) discordaram totalmente e 52,1% (12 de 23) discordaram em parte, demonstrando que o conteúdo teve relevância para sua vida; 13% (3 de 23) não concordaram nem discordaram. Nesse quesito, é válido ressaltar que não houve nenhuma resposta concordando com a pergunta. Isso mostra que houve uma interação entre os alunos e entre o conteúdo na construção de seus conhecimentos.

Questão 8 – Eu não percebi o tempo passar na aula. Quando me dei conta ela já tinha acabado.

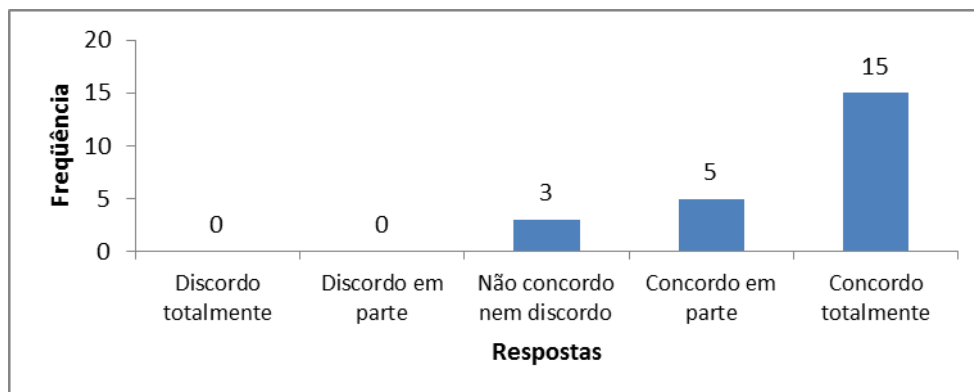


Figura 45- Resultado da questão “Eu não percebi o tempo passar na aula. Quando me dei conta ela já tinha acabado”. Responderam a essa questão um total de 23 alunos e o número acima das barras corresponde ao número de alunos que respondeu em cada categoria. Fonte: própria.

A questão 8 abordava a percepção do estudante sobre a passagem do tempo nas atividades durante as aulas. Dessa forma, é possível avaliar se a aula foi interessante e motivadora. A figura 45 mostra que 65,2% (15 de 23) concordaram totalmente, demonstrando que nem perceberam o tempo passar; 22% (5 de 23) concordaram em parte e 13% (3 de 23) não concordou nem discordou.

Questão 9 – Pude interagir com outras pessoas durante a aula.

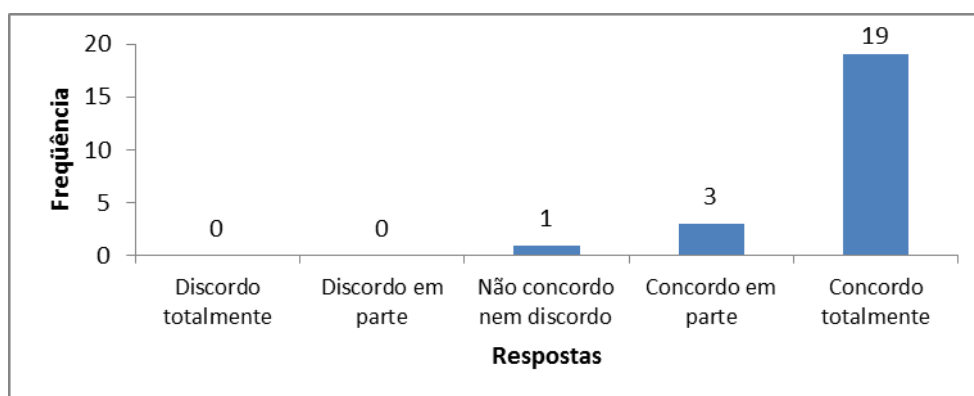


Figura 46- Resultado da questão “Pude interagir com outras pessoas durante a aula”. Responderam a essa questão um total de 23 alunos e o número acima das barras corresponde ao número de alunos que respondeu em cada categoria. Fonte: própria.

Essa questão envolvia o trabalho em grupo e suas interações com a aprendizagem. Na Figura 46, nota-se que 82,6% (19 de 23) concordaram totalmente, demonstrando que houve grande interação entre os grupos e 13% (3 de 23) concordaram

em parte. Apenas 4,3% (1 de 23) não concordaram nem discordaram. Interessante notar que nenhum aluno discordou da questão e isso demonstra que houve uma grande interação durante a aplicação da sequência didática.

Questão 10 – Eu gostaria de ter mais aulas que seguissem essa estrutura/dinâmica.

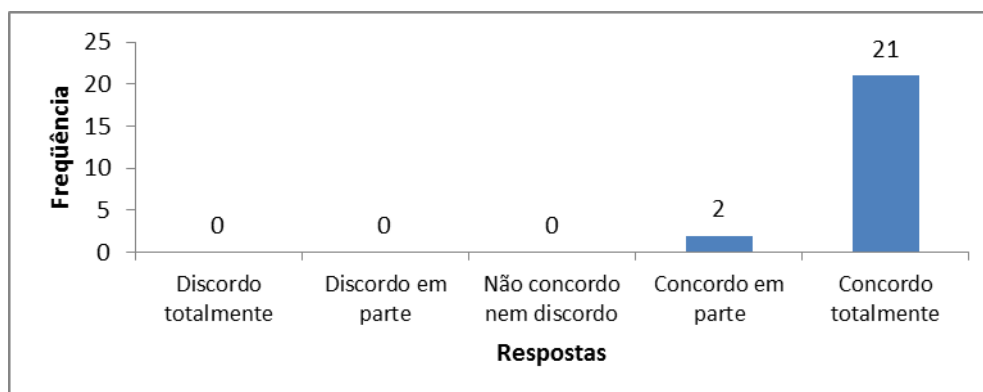


Figura 47- Resultado da questão “Eu gostaria de ter mais aulas que seguissem essa estrutura/dinâmica”. Responderam a essa questão um total de 23 alunos e o número acima das barras corresponde ao número de alunos que respondeu em cada categoria. Fonte: própria.

A última questão do questionário solicitava as opiniões dos alunos em relação às atividades realizadas. A maioria deles, como mostra a figura 47 (91,3% - 21 de 23), concordaram em ter aulas com essa estrutura, demonstrando que gostaram da metodologia empregada, e 8,7% (2 de 23) concordaram em parte.

4.2.1. Resultado da questão aberta do questionário

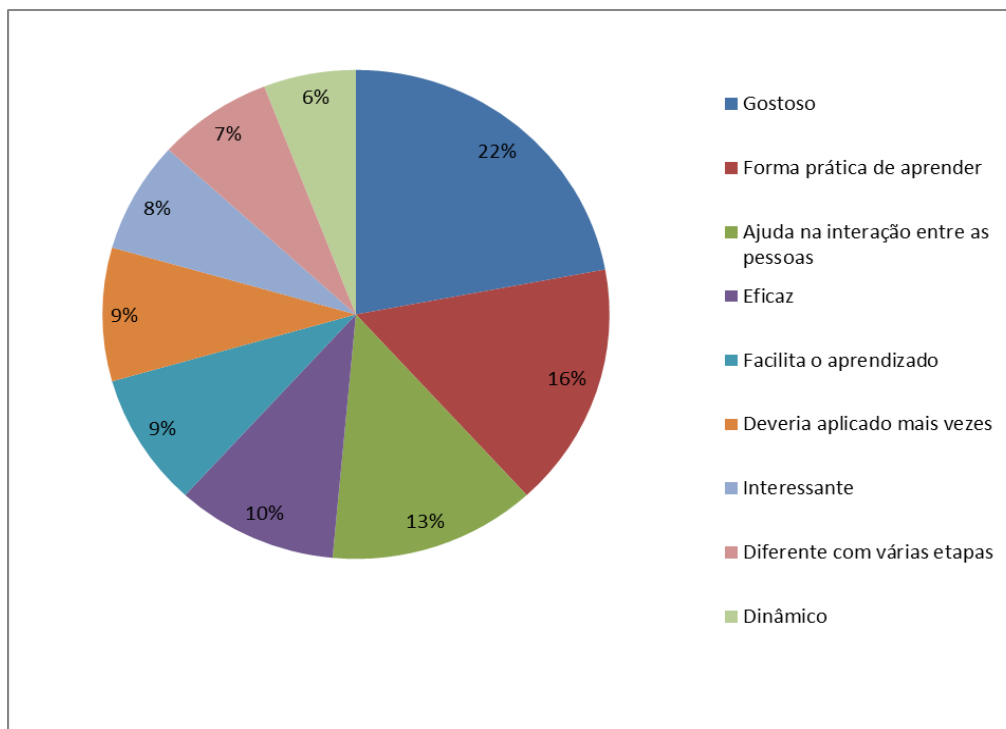


Figura 48- Escreva sua opinião sobre a metodologia usada para aprender sobre o corpo humano. Gráfico construído a partir das respostas da única questão aberta de 23 alunos no qual foram criadas nove categorias (listadas ao lado do gráfico) com 68 relatos registrados. Fonte: própria.

Como se pode observar na figura 48, foram criadas nove categorias de acordo com as respostas dos estudantes. Foram obtidos 68 relatos que foram analisados e divididos nessas categorias conforme se pode analisar na tabela 2.

| Categorias (Respostas mencionadas com maior frequência). | Menções | Número do questionário |
|---|----------------|---|
| 1 – Gostoso | 15 | 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 22. |
| 2 – Forma prática de aprender | 11 | 3, 4, 5, 7, 9, 11, 16, 17, 18, 19, 21. |
| 3 – Ajuda na interação entre as pessoas | 9 | 2, 9, 12, 15, 17, 19, 20, 22, 23. |
| 4 – Eficaz | 7 | 1, 8, 12, 15, 16, 18, 21. |
| 5 – Facilita o aprendizado | 6 | 1, 4, 5, 6, 7, 8. |
| 6 – Deveria ser aplicado mais vezes. | 6 | 2, 5, 10, 13, 17, 20. |
| 7 – Interessante | 5 | 2, 3, 7, 17, 20. |

| | | |
|---------------------------------|-----------|--------------------|
| 8 – Diferente com várias etapas | 5 | 9, 13, 15, 21, 23. |
| 9 – Dinâmico | 4 | 2, 6, 7, 14. |
| Total | 68 | |

Tabela 2- Categorização da questão aberta do questionário a partir das respostas dos alunos sobre a metodologia usada na aplicação da sequência didática. Fonte: própria.

Na categoria 1 (Gostoso), 15 relatos (22% das respostas) demonstraram que gostaram da prática, definindo-a como divertida e descontraída, como se observa no relato: *“gostei muito das aulas, foi legal aprender sobre o sistema respiratório”*.

Na categoria 2 (Forma prática de aprender), 11 relatos (16% das respostas) relataram que, quando se pratica algo, o conteúdo é mais bem afixado, pois é possível interagir com a aula. Nesse sentido, observa-se o seguinte relato: *“forma prática, pois quando você está praticando algo você aprende mais do que apenas escrevendo, melhor do que só ler”*.

Na categoria 3 (Ajuda na interação entre as pessoas), 9 relatos (um total de 13% das respostas) demonstrando que houve uma maior interação com os colegas, até mesmo com aqueles que tinham um perfil mais introspectivo. Os relatos revelaram maior interação social dos alunos com a professora e com os colegas de classe. Acerca disso, veja-se o seguinte relato: *“a aula foi mais participativa com meus colegas e fizemos várias atividades em grupo”*.

Na categoria 4 (Eficaz), 7 relatos (10% do total das respostas) relataram que, diferente da prática convencional, tem-se a possibilidade e a oportunidade para pensar e falar do tema estudado, aprendendo de forma mais dinâmica, pois nos grupos fica mais fácil a conversa e a aprendizagem é melhor: *“método eficaz de aprender, diferente da prática convencional aumenta a reflexão e a discussão do tema estudado”*.

Na categoria 5 (Facilita o aprendizado), 6 relatos (9% do total das respostas) relataram facilidade para aprender durante as aulas, devido ao método fácil de aprender. Alguns relatos relacionaram a teoria e a prática desde a leitura do livro, a construção do modelo, a discussão com o grupo e a apresentação das conclusões, como se observa a seguir: *“método fácil de aprender, aumenta a atenção de forma mais clara e bem intuitiva de aprender”*.

Na categoria 6 (Deveria ser aplicado mais vezes), novamente 6 relatos (o correspondente a 9% dos discentes) demonstraram que gostariam de ter mais aulas com essa dinâmica, conforme se vê a seguir: *“gostaria de ter mais aulas nesse estilo”*.

Na categoria 7 (interessante), 5 relatos dos estudantes, ou seja, 8% do total acharam a metodologia bem interessante, relatando que o foco da aula estava concentrado nos alunos e não na explicação do professor: *“método bem interessante, teve uma mudança de aulas repetitivas”*.

Na categoria 8 (diferente com várias etapas), 5 relatos demonstraram que os discentes (7%) gostaram das aulas aplicadas pela sequência didática, explicando que tiveram várias etapas diferentes da prática convencional, o que aumentou a reflexão e a discussão do tema estudado. Nesse exemplo, observa-se um desses relatos: *“aprendemos de forma diferente com perguntas para responder, pesquisa e leitura do livro, construção do modelo, discussão com o grupo e apresentação das conclusões”*.

Na categoria 9 (Dinâmico), 6% (4 relatos) acharam as aulas dinâmicas, pois envolviam a resolução de problemas, leitura do livro, discussão entre o grupo, construção do modelo e apresentação das conclusões, tendo um movimento científico em prol do aprendizado. Tal visão fica caracterizada em falas como: *“as aulas foram bem dinâmicas e desenvolvidas no decorrer do tempo”*.

Essas categorias revelaram depoimentos interessantes dos alunos no decorrer das aulas, evidenciando a visão daqueles que são o alvo central desta pesquisa durante a aplicação da Sequência Investigativa.

4.2.2. Outros relatos e constatações

Foram relatados e anotados no diário de bordo pela professora pesquisadora, em horário informal (no recreio ou após as aulas, por exemplo) alguns comentários sobre a aplicação da sequência por parte dos alunos. Os comentários referiam-se à importância do trabalho em grupo, às observações feitas, às pesquisas realizadas, ou seja, a todo procedimento que foi realizado em sala de aula.

Muitos comentaram que são poucos os trabalhos já realizados até o momento que visam uma efetiva participação dos alunos. O trabalho realizado em sala

possibilitou que todos participassem de alguma forma, podendo ser observada a desenvoltura de vários alunos, inclusive alguns que tinham postura mais apática.

Comentaram, ainda, sobre os problemas de saúde oriundos do tabagismo, sua relação com o câncer e o enfisema pulmonar. Assim, nota-se que esses alunos, através das aulas, demonstraram a construção de uma consciência sobre os graves riscos provocados ou agravados pelo fumo.

5. Discussão

De acordo com Krasilchik (2016), a Biologia pode ser uma das disciplinas mais importantes e atraentes para os alunos, como também pode se tornar a mais insignificante a depender do modo como as aulas são ministradas. Isso demonstra que a apatia, o desinteresse e o baixo rendimento por parte dos alunos, muitas vezes, deve-se à falta de contextualização dos conteúdos associada a aulas expositivas que ainda prevalecem em grande parte das escolas (KRASILCHIK, 2016). Nessa mesma ideia, Silva (2018) destaca que o uso de metodologias passivas pelo professor aumenta o desinteresse e a apatia desses alunos em sala de aula, sendo necessária a utilização de metodologias ativas nas quais o aluno atua como participante, ou seja, atuante na aula. Na aplicação desta pesquisa, o protagonismo dos alunos foi evidenciado quando propuseram suas hipóteses, montaram o modelo do pulmão artificial, realizaram seus experimentos e pesquisas utilizando o livro didático e organizaram suas explicações e conclusões.

Com a aplicação de forma contextualizada da prática respiratória, propõe-se, através deste trabalho, um ensino de fisiologia baseado em situações do dia a dia, no qual sejam observados seus próprios movimentos respiratórios, na tentativa de entender quais procedimentos e atitudes são esperados em situações de engasgamento, acidentes automobilísticos, problemas decorrentes do fumo, dentre outras situações. Concordando com Soares e Baiotto (2015), as aulas práticas podem auxiliar no desempenho dos estudantes e, quando essas práticas têm como objetivo a investigação, nas quais o aluno é o protagonista da aula, o desempenho é ainda melhor.

A proposta didática foi baseada nos fundamentos teóricos de Carvalho (2018b) e Trivelato e Tonidandel (2015), visando trabalhar o conteúdo respiratório com o uso de diferentes abordagens investigativas, como: questões e problemas abertos e atividades

experimentais sempre apoiadas no grau de liberdade intelectual dado ao aluno. Como a turma trabalhada nesta pesquisa não tinha vivência com atividades investigativas, foi abordado o grau 3 de liberdade nas atividades propostas, de maneira que a professora levantou o problema e os estudantes trabalharam de forma ativa na elaboração das hipóteses, no plano de trabalho, na obtenção de dados e conclusões sob a supervisão da professora. Esse procedimento foi adotado porque, numa turma que nunca teve contato com atividades investigativas, não se pode, abruptamente, começar a exigir uma postura investigativa. Assim, os estudantes foram gradativamente se familiarizando com essa metodologia que se baseia na participação ativa, a fim de incorporar essas novas ferramentas ao seu cotidiano.

Procurou-se trabalhar as atividades respiratórias em um ambiente encorajador, valorizando a interação entre os alunos, priorizando seus conhecimentos prévios como forma de motivá-los. Assim, eles tiveram a oportunidade e a coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações durante as aulas, como propõe Carvalho (2011). Para isso, a sequência foi planejada obedecendo aos critérios de Trivelato e Tonidandel (2015), de forma que os estudantes foram engajados na resolução de problemas. O trabalho foi realizado em pequenos grupos, os dados foram obtidos por meio de observação, atividades práticas, pesquisa em livros didáticos e os resultados por meio de discussão e conclusão falada e escrita. Esses são procedimentos fundamentais propostos por Carvalho (2018a, 2018b).

O ensino por investigação mostrou que os alunos foram capazes de resolver problemas e que, em cada uma das etapas, eles ativaram habilidades diferentes, como a resolução de problemas em grupo, a exposição dos conhecimentos de seu cotidiano e, assim, tomavam consciência de suas ações, procurando uma explicação para o fenômeno estudado. Dessa forma, este trabalho atende aos critérios dos estudos de Piaget porque respeita a proposição de um problema para início da construção do conhecimento, valoriza a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual tomando consciência de seus conhecimentos na resolução do problema proposto. Também atende aos critérios de Vigotysky, sendo evidenciado, nesta pesquisa, o trabalho em grupo com os alunos e as condições de desenvolver suas habilidades e conhecimentos com a interação com os seus colegas e com o professor-mediador, em consonância ao que prevê Carvalho (2011, 2018a) e Driver *et al.* (1999).

Através da observação e dos dados anotados pela professora na aplicação da sequência investigativa, além do conteúdo conceitual, também foram trabalhados os conteúdos procedimentais e atitudinais, sendo encontrados praticamente em todas as aulas atitudes de interação, participação, cooperação, convivência com valores e respeito às opiniões divergentes. Foi possível demonstrar a diversidade de ações e procedimentos realizados pelos estudantes, que tiveram a oportunidade de vivenciar e atuar em sala de aula uma metodologia ativa nesta proposta de sequência. Os momentos de discussão e apresentação dos grupos foram importantes para avaliar, além dos conteúdos adquiridos, as expressões faciais, a entonação da voz e características apresentadas no ato da comunicação, o que ajudou na compreensão da mensagem transmitida pelos alunos.

Concordando com Sasseron e Carvalho (2008), que também afirmam em suas pesquisas que o ensino de Ciências envolve atividades investigativas em que os alunos desempenham um papel de pesquisadores, as interações entre os alunos e professores aumentam significativamente, melhorando o conhecimento cognitivo e contribuindo para a formação de um cidadão crítico e consciente. Com essa mesma visão, a BNCC, na área de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental e Médio, tem como objetivo promover situações nas quais os alunos possam vivenciar situações investigativas em sala de aula, podendo ser abordados quatro modalidades de ação: definição de problemas; levantamento, análise e representação; comunicação; e intervenção (BRASIL, 2018). Esta pesquisa atende às orientações do documento nacional em relação à sequência investigativa elaborada, possibilitando aos alunos identificar problemas, propor e testar hipóteses, aprender a argumentar e explicar a partir da análise de dados e informações sobre o sistema respiratório. A participação ativa dos estudantes possibilita a revisão, de forma reflexiva, de seus conhecimentos e de sua compreensão do mundo, alcançando, dessa maneira, os requisitos da BNCC em matéria de investigação científica.

Trabalhar com os estudantes com essa visão investigativa demonstra um aspecto muito importante da disciplina de Biologia e mais especificamente da fisiologia humana, pois, ao mesmo tempo em que visa aproximar a ciência do cotidiano do aluno e ser muito dinâmica, percebe-se que seu ensino, por muito tempo, foi e tem sido trabalhado de forma descritiva, com a memorização de conceitos fragmentados que

pouco estimulam os alunos. As atividades práticas aplicadas nesta pesquisa foram contra essa visão bancária de ensino, resultando em uma repercussão positiva por parte dos estudantes ao responder o questionário, pois a análise dos dados revelou um maior engajamento por parte dos alunos, o aumento do interesse, do protagonismo, da motivação e da aprendizagem. Nas figuras 38 e 42, pode-se constatar que mais de 70% dos estudantes concordaram que estavam mais atentos e confiantes durante as aulas.

Assim, as aulas práticas com abordagem investigativa aplicadas nesta sequência de ensino sobre o sistema respiratório humano visaram um envolvimento dos alunos com as características próprias do fazer científico. Pode-se constatar, pelos resultados, que, desde a primeira semana de aplicação da sequência, o trabalho dos alunos em equipe, a solidariedade e a forma cooperativa entre eles ficaram evidenciados no trabalho científico. Na segunda e terceira semanas de aplicação da sequência, observou-se o desenvolvimento dos estudantes ao elaborar e executar as atividades experimentais, o crescimento das habilidades de observação e reflexão sobre os problemas propostos, a realização de pesquisas bibliográficas, assim como a produção de relatos verbais e escritos na maioria das aulas, trabalhando com habilidades cognitivas e de raciocínio científico.

A Alfabetização Científica é um dos pontos a serem estudados quando se aplicam metodologias ativas que, de acordo com Sasseron (2018), são investigação, as interações discursivas e a divulgação de ideias e que aconteceram no decorrer das aulas do sistema respiratório. Essa autora afirma que é essencial que a atividade em sala de aula tenha um problema a ser resolvido e que, ao realizá-lo, diversas interações ocorrem simultaneamente sejam interações entre pessoas, interações entre pessoas e conhecimentos prévios ou interações entre pessoas e objetos. Tais interações são importantíssimas para o desenvolvimento do trabalho realizado com os estudantes em sala de aula.

Para o planejamento das aulas nesta pesquisa, almejando a Alfabetização Científica, foram considerados os três eixos estruturantes da Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008, 2011). Embora não estejam presentes em todas as aulas, foram trabalhados ao longo do desenvolvimento do tema sobre o sistema respiratório o eixo 1 (compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais) no qual os alunos aprenderam os conhecimentos básicos do

sistema respiratório; e o eixo 2 (compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática), entendendo como a ciência é construída e procurando encontrar suas próprias respostas através de questionamento, de pesquisas, debates e reflexão. As conclusões permitiram que os alunos enxergassem a atividade científica como algo dinâmico, presente na vida cotidiana e que passa por constante evolução de acordo com o tempo, contextos históricos e políticos.

Na aplicação da sequência de ensino investigativa do sistema respiratório, houve sempre a preocupação de partir de um problema ou questionamento para que a classe se envolvesse na resolução e no processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, é válido ressaltar que a observação, a compreensão e a análise por parte da pesquisadora/professora foram muito importantes no processo.

Ao compreenderem as situações analisadas, os alunos se tornaram parte central do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que resolviam os problemas, participavam das interações discursivas e divulgavam suas ideias. Avaliando todo o processo ocorrido durante a aplicação da sequência, observou-se a construção de uma formação autônoma e crítica nos estudantes para atuarem no seu dia a dia. A proposta e os resultados demonstraram ser bem diferentes da visão do método tradicional no qual tudo se concentra no professor e o aluno é apenas um espectador e anotador dos conteúdos.

Nesta aplicação da sequência, baseando-se nas afirmações de Sasseron (2018b), a expectativa era envolver os alunos com as características próprias do fazer científico, como a investigação, as interações discursivas e a divulgação de ideias, visando sempre a argumentação em sala de aula. De acordo com Sasseron e Carvalho (2011b), a argumentação associada aos indicadores da Alfabetização Científica pode estar envolvida na construção do entendimento de um conceito ou de um tema pelos alunos. Durante a aplicação das aulas desta pesquisa, foi possível observar os indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2008, 2011b), pois os alunos desempenharam ações e tarefas como organizar, classificar e seriar dados envolvendo os indicadores de organização e classificação das informações obtidas, que foram observadas principalmente nas aulas 1 e 2 da primeira semana. Os alunos foram estimulados a refletir sobre o motivo de realizar certas ações, em vez de executá-las mecanicamente. Assim, as aulas trabalharam os indicadores de alfabetização científica propostos pelas

autoras (SASSERON, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2011b). Os indicadores foram identificados tanto no diálogo da professora com os alunos, quanto em produções escritas que eles fizeram no decorrer dessas aulas. Os indicadores estavam ligados ao trabalho com informações disponibilizadas e coletadas pelos alunos no momento de seriar, classificar e organizar suas informações. Também estavam presentes no trabalho dos alunos a resolução de problemas por meio do levantamento e teste de hipóteses, sejam elas empíricas ou mentais. Isso levou à construção de explicações pelos alunos que, via de regra, estavam embasadas em justificativas, possibilitando previsões sobre o estudo do sistema respiratório. Também esteve presente o raciocínio lógico e proporcional, que são as bases fundantes da construção do conhecimento científico. Assim, foi possível observar os conceitos e os elementos do trabalho científico trabalhado em sala de aula com uso dos indicadores que foram propostos pelas pesquisadoras.

O processo da argumentação, que é de fundamental importância para que o aluno construa o seu próprio conhecimento de forma autônoma e crítica, foi estimulado e trabalhado em todas as aulas, mais especificamente nas aulas 5 e 6, através das situações-problema nas quais eles tiveram que formular seus argumentos, usando seus resultados para suportar ou derrubar suas hipóteses.

Sasseron (2018b) afirma que argumentação é todo e qualquer processo que envolve análise de dados, evidências e variáveis que permitem estabelecer uma afirmação e uma conclusão, ou seja, um argumento. De acordo com Jiménez Aleixandre, Bugallo Rodríguez e Duschl (*apud* Sasseron; Carvalho, 2011b) argumentação pode ser entendida da seguinte maneira:

Quando nós colocamos a capacidade de desenvolver um argumento como um objetivo, significa um interesse não somente na **resolução** de problemas de Ciências pelos alunos (nível cognitivo ou estratégico), mas também implica dar atenção aos **critérios** que conduzem a uma ou outra solução, ao porquê algumas soluções terem sido descartadas, como este processo de comparação é compreendido, quais analogias ou metáforas levaram a esse entendimento (nível epistemológico), bem como no acompanhamento dos alunos em sua própria aprendizagem (nível metacognitivo). (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BUGALLO RODRÍGUEZ; DUSCHL, 2000, p. 762, tradução nossa, ênfase no original).

Assim, Sasseron e Carvalho (2011b) afirmam que esses autores propõem a utilização de operações epistemológicas e científicas para a construção do entendimento sobre os fenômenos e situações de investigação pelos alunos nas aulas de Ciências. Sasseron (2018b) mostra que existem muitos trabalhos relacionados com argumentação, dentre eles o dos autores citados acima, nos quais a argumentação promovida entre os estudantes almeja a Alfabetização Científica utilizando ações e estratégias próprias das Ciências. A construção do argumento baseado em análises do resultado realizadas durante uma investigação pode ser divulgada por meio de gráficos, relatórios e até um relato aberto sobre o que se vivenciou no decorrer das aulas.

Outro importante tema nesta pesquisa é a comparação da prática usando o modelo dos pulmões realizado por Aragão (2019); neste trabalho, aplicado com uma abordagem investigativa. Como explica Aragão (2019), a prática sobre o sistema respiratório foi a que menos influenciou nos resultados dos testes de aprendizagem aplicados pela pesquisadora, pois a aula prática não mostrou um desempenho e uma compreensão melhor dos estudantes quando comparada com a aula teórica.

A pesquisadora Aragão (2019) afirma que esse fato se deve ao tempo de construção desse modelo, que utilizou quase o horário integral da aula. Assim, pode ter faltado tempo para a discussão sobre esses movimentos e os órgãos associados. Possivelmente, o modelo desviou a atenção dos alunos na busca da curiosidade em manuseá-lo. Além disso, o modelo não permite a observação dos movimentos dos músculos intercostais e isso, talvez, dificulte o entendimento do aluno.

Apesar do modelo não demonstrar a movimentação dos músculos intercostais, foi possível aos alunos pesquisarem e entenderem como ocorrem esses movimentos. Além disso, o modelo permitiu outras observações como o engasgamento, o pneumotórax causado por acidentes e a obstrução das vias respiratórias pelo muco em crises asmáticas, que são situações que podem ocorrer com os próprios alunos em seu cotidiano. Assim, a prática investigativa trabalhada nesta pesquisa permitiu aos estudantes estabelecerem relação do conteúdo de fisiologia com a sua realidade. De acordo com as figuras 39 e 41, mais de 60% dos estudantes concordaram totalmente, demonstrando a conexão do tema trabalhado nas aulas com seus conhecimentos prévios; fato importante quando se busca construir novos conhecimentos pelos alunos partindo do que eles já sabem. Nas figuras 40, 41, 42, 46 e 47, ficou evidenciado um aumento do

interesse, um melhor entendimento e facilidade, pois conectou os conhecimentos prévios aos novos adquiridos durante as aulas, aumentando, assim, a confiança no aprendizado e a interação dos alunos. As categorias: gostoso (22%), forma prática de aprender (16%) e eficaz (10%) da questão aberta do questionário também dão indício de que, quando se trabalha de forma contextualizada e partindo do que o aluno já sabe, o desempenho, a motivação e o interesse também aumentam. Esses resultados também foram observados por Aragão (2019), ou seja, as turmas que tiveram aulas práticas demonstraram melhor resultado em relação às turmas sem prática.

Ao aplicar práticas com abordagem investigativa, a intenção desta pesquisa não é somente quantificar as ações e atitudes dos alunos, mas entender como as propostas em sala de aula permitem interações de alunos e professor, proporcionando discussões e debates que envolvam os conhecimentos prévios e científicos na aplicação da sequência.

Nesta pesquisa, como forma de constatar a aprendizagem do conteúdo de fisiologia humana pelos alunos, foi utilizada uma avaliação do próprio colégio prevista no calendário escolar para medir o desempenho deles. Ao analisar os resultados desse simulado, foi observado que 48% dos alunos acertaram as duas questões da avaliação sobre o sistema respiratório, 43% dos estudantes acertaram uma questão e que 8% não acertaram nenhuma das questões de respiratório. Quando se toma por referência a figura 36 sobre as outras questões de fisiologia humana do sistema circulatório, a quantidade de alunos que não acertaram as duas questões aumentou para 22%.

A estrutura do simulado era composta de quatro questões de Biologia e duas destas tratavam sobre o sistema respiratório. A realização desse simulado ocorreu quinze dias após a aplicação desta pesquisa na turma. O sistema respiratório foi trabalhado por meio da sequência didática investigativa, enquanto o circulatório por aula expositiva tradicional. Na figura 37, vê-se o desempenho dos alunos no simulado no conteúdo de fisiologia, observando uma média 7,0 para respiratório e 5,9 para circulatório. Quando é observado o teste quantitativo de Aragão (2019) para essa mesma prática respiratória, é notável que a média dos alunos que não tiveram a prática foi maior (6,3) em relação aos que realizaram a prática (6,0). Apesar da diferença entre as médias dos dois grupos não ser estatisticamente significativa, isso pode indicar a importância de se trabalhar conjuntamente a teoria e a prática em sala de aula. Se comparado o trabalho de Aragão (2019) com os resultados desta pesquisa, a prática

trabalhada de forma investigativa pode ser bem mais relevante para a aprendizagem dos estudantes, como se observa nos resultados da figura 37.

Tanto as questões sobre o sistema respiratório quanto as questões sobre circulatório eram de mesmo nível de dificuldade e obedeciam aos critérios: serem todas questões objetivas, ambas mediam recuperação de memória e conhecimentos básicos, portanto, a diferença de resultado nas questões não pode ser explicada pela dificuldade das questões.

Os conteúdos são diferentes, mas estão dentro de fisiologia, podendo ser percebidos tanto os movimentos respiratórios quanto os batimentos do coração, bem como a frequência cardíaca e respiratória. Portanto, pode-se comparar esses dois sistemas pelo mesmo tipo de apelo e compreensão.

Quando comparados esses testes quantitativos, observa-se um melhor rendimento pelos alunos na pesquisa em que houve a abordagem investigativa. Essa conclusão pode se basear no fato de que o trabalho com o sistema respiratório foi realizado por uma sequência de ensino investigativa que utilizou mais aulas, dando mais tempo para os alunos construírem o modelo, discutirem e testarem suas hipóteses em grupo.

Em relação às questões fechadas sobre os diferentes aspectos da aula de fisiologia humana sobre o sistema respiratório, a maioria das respostas abordavam aspectos positivos da aula como atenção e motivação, relação com seu cotidiano e conhecimentos prévios, curiosidade e interesse de estudar mais sobre o assunto, entendimento de conceitos e sua possível aplicação no seu dia a dia.

Para a utilização de metodologias ativas, principalmente o ensino por investigação, o professor deve trabalhar com seus alunos, além dos conteúdos conceituais, também os procedimentais e atitudinais. Almeja-se, dessa maneira, a possibilidade de aprender de forma mais relevante e motivadora a biologia como ciência.

Ao se comunicar, ouvindo seus pares, os estudantes organizam seu pensamento sobre o que está sendo posicionado, interagem com seus colegas, avaliam as informações e aprendem a reavaliar suas próprias convicções.

O principal objetivo é alcançar a autonomia da liberdade intelectual dos indivíduos para que eles possam se posicionar frente a todas as questões sociais. Essas

ideias construtivistas embasam os objetivos do ensino de Ciências e da Alfabetização Científica.

Dessa maneira, concorda-se com as prerrogativas de Carvalho (2015) sobre um ensino que leve os alunos a construírem o seu conteúdo conceitual estando envolvidos ativamente em todo o processo de aprendizagem. Assim, em vez de só acumularem conteúdos científicos de forma enciclopedista, apropriam-se, também, dos objetivos da alfabetização científica.

Fica evidenciado, assim, que o processo de ensino-aprendizagem é prazeroso e importante para a formação do aluno. Ao se observar a figura 38, é perceptível que todos os alunos tiveram sua atenção capturada pela dinâmica da aula. As figuras 41, 42, 43 e 44 mostram a importância de o conteúdo trabalhado estar relacionado com a vivência dos estudantes. Assim, para construir o conhecimento, deve-se partir das concepções que os alunos já sabem que, nesse caso, foram bastante relevantes para os conceitos sobre o sistema respiratório.

Em relação à única questão aberta do questionário em que os estudantes tiveram total liberdade para escrever, foram obtidas nove categorias de respostas sobre a avaliação da metodologia usada para o estudo da fisiologia (gostoso, forma prática de aprender, ajuda na interação entre as pessoas, eficaz, facilita o aprendizado, deveria ser aplicado mais vezes, interessante, diferente com várias etapas e dinâmico).

Os resultados revelam que o método usado na sequência de ensino sobre o sistema respiratório, aplicado a esta Sequência Investigativa, é bem visto por parte dos alunos, como se pode visualizar na figura 48.

Relatos como *“aulas didáticas descontraídas que nos ajudam a entender conteúdos tão complexos”*, *“gostei das aulas, pois consegui estudar o conteúdo sem dificuldade”*, *“nessas aulas pude entender o funcionamento do meu corpo e a utilização das famosas bombinhas”*, *“foram úteis para o meu cotidiano principalmente quanto a velocidade que ando na moto”*, *“gostaria de ter mais aulas nesse estilo”*, indicam que é este um método que facilita a aprendizagem e, segundo a opinião dos alunos, deveria ser aplicado mais vezes. Aspectos como dinamismo, trabalho em equipe, interação com os colegas e com a professora, argumentação e observação foram ressaltados em várias falas dos alunos. Esses também são objetivos do novo documento para educação, a BNCC. Dessa maneira, concorda-se com Krasilchik (2016) e com Silva (2018) que a

forma de ensinar pode tornar a biologia participativa, motivadora e bem interessante para os estudantes. Outro fato importante que pode ser observado nesta pesquisa revela que 91% dos estudantes (Figura 47) gostariam de ter mais aulas que seguissem essa estrutura/dinâmica.

Abordar as relações fisiológicas e anatômicas do sistema respiratório para que os alunos compreendam o corpo humano de forma não fragmentada, como um todo integrado que interage com um ambiente social, biológico e cultural foi um dos intuitos desta pesquisa. Além disso, foram de grande importância nas aulas trabalhadas a compreensão e o crescimento do aluno ao trabalhar esse conteúdo com uma visão de alfabetização científica, que pode ter início na escola, mas é um processo que continua na sua vida como cidadão.

Percebe-se que a Sequência Investigativa proposta por esta pesquisa pode ser uma metodologia privilegiada para trabalhar as Ciências e a Biologia de forma mais relevante, contextualizando um aprendizado que envolva competências e habilidades no fazer ciência. Nessas habilidades relacionadas com a atividade científica, pode-se perceber que o processo investigativo é um ponto central na formação dos estudantes podendo ser abordado em sala de aula por quatro modalidades: definição de problemas; levantamento, análise e representação; comunicação e intervenção.

Observam-se, nas figuras 38, 39, 40, 41 e 46, pontos positivos sobre as aulas, como melhor entendimento, relações com situações do cotidiano, busca e pesquisa por parte dos alunos, maior interesse e interação com os colegas, demonstrando que aulas com viés investigativo podem contribuir na aprendizagem dos alunos, pois aumentam as interações e a participação nas atividades. Esse conhecimento pode ser realizado na sala de aula ou em outro lugar e não necessariamente em um laboratório por um “gênio” vestido com seu jaleco branco que faz uma grande descoberta.

É possível observar, através do questionário aplicado e no decorrer das aulas, que o trabalho em grupo é gerador de discussões que são importantes no processo de socialização dos estudantes. Segundo Carvalho (2018a), essas oportunidades de conversas e de argumentação auxiliam os procedimentos de raciocínio e habilidade nos alunos para compreenderem os conteúdos tratados, pois, ao se trabalhar em grupo, os alunos são levados a falar uns com os outros, desenvolvendo habilidades ligadas à solidariedade e respeito.

Cabe ao professor entender que todo conhecimento surge a partir de um questionamento. O profissional da educação precisa se perguntar: “Que tipo de aluno eu gostaria de formar?”. De acordo com Becker (2012), os alunos podem assumir duas posturas: passiva, que foi treinada a cumprir ordens sem questionar o significado das mesmas; ou pensante, crítica, operativa, participativa e que se apropria do conhecimento que construiu. Um aluno aberto ao diálogo atua na construção de um mundo com significados na sua vida individual e coletiva.

Cabe aqui ressaltar que os professores que desejam desenvolver um ensino por investigação devem ter em mente que essa metodologia possui algumas limitações, pois mudar o pensamento sobre conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais) envolve ter uma postura também diferenciada por parte dos professores. Essa prerrogativa vai ao encontro do que é postulado por Carvalho (2015), uma vez que promover uma mudança de postura nos alunos envolve, também, uma mudança na percepção de aquisição do conhecimento. Ademais, aulas nesse formato utilizam mais tempo para planejamento e execução em sala de aula.

Assim, é de vital importância que o professor assuma uma postura ativa na aplicação dessas novas propostas de ensino, ou seja, desconstrua a forma do ensino tradicional. A indisponibilidade de materiais, salas de aula, laboratório e salas de informática são alguns dos desafios do ensino por investigação. Além disso, a aplicação da sequência pode utilizar muitas aulas, tempo esse que é escasso quando se tem tanto conteúdo no currículo da escola para trabalhar em tão pouco tempo. Entretanto, esses fatores não impedem a realização de aulas bem elaboradas, pois à frente destas está um professor que valoriza a importância do grau de liberdade intelectual dado ao aluno e valoriza a elaboração do problema que é a base principal de uma atividade investigativa.

Na visão de Campos e Nigro (2010), no decorrer das aulas, a busca por atitudes científicas nos estudantes é de suma importância, pois, ao ensinar a valorização das características pessoais envolvidas no trabalho científico, o professor está contribuindo para a formação de um sujeito crítico e atuante.

O ensino de Ciências e Biologia tem a função de trazer caminhos que ajudem a chegar em benefícios práticos para o cidadão, para a sociedade e para o meio ambiente com o objetivo de que o estudante compreenda melhor o mundo e tenha uma formação cidadã para atuação em sociedade. O ensino, pensado dessa forma, facilita o trabalho

com a Alfabetização Científica, considerando seus eixos e os indicadores que se pretendem alcançar com essa abordagem. Assim, associado ao trabalho nesta pesquisa, foram valorizadas pequenas ações de trabalho, pequenos erros apresentados pelos estudantes visando uma parceria entre o professor e os alunos na construção do conhecimento.

De acordo com Sasseron (2015), uma Sequência de Ensino Investigativa pode ser uma sequência de aulas e atividades em que um tema é proposto para ser investigado e, juntamente a ele, podem ser trabalhados conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais. Assim, nesta pesquisa, evidenciou-se que o Ensino por Investigação pode ser um caminho privilegiado no qual os conteúdos de Biologia podem ser trabalhados de forma mais relevante, contextualizados e integrados, contribuindo de modo efetivo no aprendizado dos estudantes.

Sasseron (2015) ainda ressalta que o Ensino por Investigação e a argumentação realizados em sala de aula podem mudar atualmente as práticas metodológicas utilizadas na escola. É possível mostrar aos alunos que as ciências são construções humanas que podem estar sujeitas a desafios e crises, bem como promover inovações e mudanças nas nossas vidas.

6. Conclusão

Essa forma de trabalhar o ensino de Biologia melhorou o interesse e a motivação dos alunos, buscando o protagonismo e o trabalho com os três tipos de conteúdos propostos, planejou-se e aplicou-se uma sequência didática com práticas investigativas sobre o sistema respiratório. Para isso, foram elaboradas diferentes atividades investigativas, modificando os roteiros de aula prática tradicional em atividades investigativas para um trabalho diferenciado com os alunos da segunda série do ensino médio.

As reflexões sobre as aulas aplicadas nesta pesquisa apresentaram que o ensino por investigação valoriza a aprendizagem, pois o uso de práticas investigativas pode contribuir dando um significado e aumentando a motivação e o interesse na aprendizagem dos conteúdos de fisiologia humana, pois muito mais do que aprender respostas certas, envolve também aprender a perguntar, investigar, pesquisar,

argumentar e comunicar, habilidades desenvolvidas nos estudantes no decorrer das aulas. A estratégia apresentada nesta dissertação propôs situações com contextos significativos para os alunos, pois as atividades abordavam, além dos conteúdos conceituais, também os procedimentais e atitudinais numa dimensão formativa e cultural dos alunos, como orienta a BNCC.

Os alunos foram estimulados a refletirem sobre o motivo de realizar certas ações na solução de problemas, buscando a argumentação que é um dos pilares da alfabetização científica e que, algumas vezes, é deixada à margem das práticas pedagógicas.

Buscou-se valorizar o trabalho cooperativo entre os alunos, o respeito, a solidariedade, ajuda ao próximo no desenvolver das atividades. Também foi realizada a comparação do desempenho dos estudantes em testes de conhecimentos sobre o sistema respiratório com conteúdos abordados em atividades investigativas. Esta pesquisa também abrangeu a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias que está proposta na BNCC, visando promover o protagonismo dos estudantes na aplicação de processos, práticas e procedimentos nos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Para o professor a abordagem didática do ensino por investigação é interessante de ser trabalhada em sala de aula e a sequência didática investigativa produzida poderá ajudar outros professores a trabalharem o tema do sistema respiratório.

Podemos afirmar que o ensino utilizando atividades práticas investigativas pode ser uma metodologia privilegiada para trabalhar os conteúdos de Biologia, pois, a partir da investigação, os alunos podem, além de aprender conteúdos específicos de forma mais integrada, relevante e contextualizada, desenvolver habilidades próprias do fazer científico, o que contribui para sua alfabetização científica.

7. Referências Bibliográficas

ANDRADE, G. T. B. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Revista Ensaio**. v. 13, n. 1, p. 121-138. 2011.

ARAGÃO, K. C. M. B. **Uma proposta pedagógica para o ensino de Biologia: a inserção de atividades práticas nas aulas de fisiologia humana do ensino médio.** 2019. TCM (Mestrado profissional em ensino de Biologia em rede nacional) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Distrito Federal. 161 f. 2019.

ARAGÃO, P. T. T. D.; ALVES, F. J. G. Importância das aulas práticas no ensino de biologia, segundo avaliação de alunos de uma escola da cidade de Sobral/CE. **ESSENTIA (SOBRAL/CE)**, v. 17, p. 53-60, 2017.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula.** In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning. p. 19-33. 2015.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições, v. 70, 4ª ed. 2011.

BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento.** Porto Alegre: Penso. 200 p. 2012.

BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** 2ª ed. São Paulo: Ática, 2007.

BOSZKO, C. GÜLLICH, R. I. C. O diário de bordo como instrumento formativo no processo de formação inicial de professores de ciências e biologia. **Bio-grafia**, v. 9, n. 17, p. 55-62. 2016.

BRASIL. **Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros / OCDE-Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.** São Paulo: Fundação Santillana, 2016.

_____. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Parecer CNE/CEB nº 11/2012.

_____. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** RESOLUÇÃO Nº 3, DE 21 DE NOVEMBRO DE 2018. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Disponível em <http://novoensinomedio.mec.gov.br/resources/downloads/pdf/dcnem.pdf>. Acessado em 05 de julho de 2020.

_____. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529732/lei_de_diretrizes_e_bases_1ed.pdf. Acesso em 13 de janeiro de 2020.

_____. Lei 13.415 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113415.htm. Acessado em 5 de julho de 2020.

_____. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular – BNCC. Versão final. Brasília, DF. 2018.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio.** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, vol 2. Brasília: MEC, SEB, 2006.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio.** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEB, 2008.

_____. Ministério da Educação. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.

_____. Ministério da Educação. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) – Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

_____. **PORTARIA Nº 1.432, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2018**. Estabelece os referenciais para elaboração dos itinerários formativos conforme preveem as Diretrizes Nacionais do Ensino Médio. Diário Oficial da União. Disponível em http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/70268199. Acessado em 06 de julho de 2020.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

CACHAPUZ, A. et al. (Org.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Teoria e prática em ciências na escola: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD. 2010.

CAPECCHI, M. C. V. M. **Problematização no ensino de Ciências**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning. p. 21-39. 2018.

CARVALHO, A. M. P. **Crítérios estruturantes para o ensino de Ciências**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências, unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning. p. 1-17. 2015.

_____. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: LONGHINI, N. D. (Org.). **O Uno e o Diverso na Educação**. Uberlândia: EDUFU. p. 253-266. 2011.

_____. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 18(3). p. 765-794. 2018b.

_____. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) Ensino de Ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20. 2018a.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Termodinâmica: Um ensino por investigação**. São Paulo: Universidade de São Paulo – Faculdade de Educação, 1999.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 7. ed. Ijuí: Unijuí, 2016.

COMO fazer um pulmão artificial caseiro. **Manual do Mundo**. 2014. 1vídeo(8min 35s). Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=DNbF6bnCoio>. Acesso em: 13 de novembro de 2019.

COSTA, T. C. O ator antropólogo - **A observação participante como ferramenta do ator para a construção do personagem**. Trabalho apresentado no XVI encontro de pesquisa e extensão - XVI ENCOPE/UERN, Mossoró, 2010.

CUNHA, M. V. John Dewey e o pensamento educacional brasileiro: a centralidade da noção de movimento. **Revista Brasileira de Educação**. n. 17. p. 86-99. 2001.

DIAS, M. B. A.; DIAS, N. S. **O distrito de Joanópolis**. 1997. Trabalho de conclusão de curso (TCC) - Instituto de História e Geografia, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 1997.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química nova na escola**. n. 9. p. 31-40. 1999.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 34. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 1993.

GONZALEZ, F. G.; PALEARI, L. M. O ensino da digestão-nutrição na era das refeições rápidas e do culto ao corpo. **Ciência e Educação**, v.12, n.1. p. 13-24, 2006.

HENRIQUES, V. B.; PRADO, C. P. C.; VIEIRA, A. P. Editorial convidado: aprendizagem ativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 4, 2014.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das Ciências**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1987.

_____. **Prática de ensino de Biologia**. 4ª ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2016.

LIMA, D. B.; GARCIA, R. N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no ensino médio. **Cadernos do Aplicação**, Porto Alegre, v 24, n.1, jan/jun, 2011.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 45-61, 2001.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. Rio de Janeiro: E.P.U., 2ª ed. 2018.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. **Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de física**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005.

MORAES, V. R. A.; GUIZZETT, R. A. Percepções de alunos do terceiro ano do ensino médio sobre o corpo humano. **Ciência educação**, Bauru, v. 22, n. 1, p. 253-270, 2016.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. A linguagem em uma aula de ciências. **Presença Pedagógica**, Belo Horizonte, v. 2, n. 11, p. 49-57, 1996.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista Ensaio**. v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

PEREIRA, G.; ORTIGÃO, M. I. Pesquisa quantitativa em educação: algumas considerações. **Revista Periferia**, Duque de Caxias, v. 8, n. 1, p. 66-79, 2016.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Curitiba. 2008

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 2, n. 36. 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 2, p. 110-132, 2000.

_____. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no ensino fundamental**: Estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. 2008. 265f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

_____. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 17. p. 49-67. 2015.

_____. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 18. p. 1061-1085. 2018a.

SASSERON, L. H. **Interações discursivas e investigativas em sala de aula**: o papel do professor. In: Carvalho, A. M. P. (Org). Ensino de Ciências por investigações: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning. p. 41-61. 2018b.

SASSERON, L. H. CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**. v. 16(1). p. 59-77. 2011a.

SASSERON, L. H. CARVALHO, A. M. P. Almejando alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de Ciências**. v. 13. p. 333-352. 2008.

SASSERON, L. H. CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e educação**. v. 17. p. 97-114. 2011b.

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. **A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades.** In: Carvalho, A. M. P. (Org). Ensino de Ciências por investigações: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 129-152. 2018.

SILVA, D. T.; DORNFELD, C. B. Dinâmicas de grupo em aulas de biologia: uma proposta motivacional para a aprendizagem. REEC. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, p. 146 - 165, 2016.

SILVA, S. **Avaliações mais criativas: ideias para trabalhos nota 10!** Petrópolis: Vozes, 2018.

SOARES, R. M.; BAIOTTO, C. R. Aulas práticas de Biologia: suas aplicações e o contraponto dessa prática. **Revista Dialogus**. v. 4. nº 2. 2015.

TANAJURA, L. L. C.; BEZERRA, A. A. C. Pesquisa-ação sob a ótica de René Barbier e Michel Thiollent: aproximações e especificidades metodológicas. **Rev. Eletrônica Pesquiseduca**. Santos. v. 07, n.13, p. 10-23. 2015.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17. p. 97-114. 2015.

ZABALZA, M. A. **Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

ZOMPERO, A. F. LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para as aulas de Ciências. Um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa**. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2016.

8. Apêndices

APÊNDICE 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para Responsável/Representante Legal



PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional



**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas**

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Caro Responsável/Representante legal, convidamos o menor a participar **voluntariamente** do projeto de pesquisa “**Atividades práticas nas aulas de fisiologia humana no ensino médio com uma abordagem investigativa**”, sob a responsabilidade da pesquisadora Cristiane Rosa de Faria Cardoso. O projeto consiste na abordagem investigativa dos conteúdos de fisiologia humana com atividades teórico-práticas durante as aulas de Biologia.

O objetivo desta pesquisa é analisar o efeito de atividades teórico-práticas na aprendizagem e na motivação dos alunos da segunda série do ensino médio na abordagem dos conteúdos de fisiologia humana e produzir um material didático com as atividades práticas utilizadas.

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

A participação do menor se dará por meio de resposta a questionários, relatos e testes de aprendizagem, a fim de avaliar como a prática investigativa melhora a aprendizagem e a motivação pelos alunos da segunda série do ensino médio no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Biologia relacionados a fisiologia humana. As aulas práticas serão aplicadas durante as aulas de Biologia, entre os meses de setembro a dezembro. Os testes utilizados na pesquisa não farão parte da composição das notas periódicas do Colégio Estadual João Gomes. O tempo estimado para a aplicação dos questionários e testes de aprendizagem é de vinte minutos, e ambos serão aplicados em folha impressa para assinalar no período regular de aula.

Os riscos previstos decorrentes da participação na pesquisa incluem riscos de origem psicológica, intelectual e/ou emocional como possibilidade de constrangimento ao responder o questionário, desconforto, estresse, cansaço ao responder às perguntas, gasto de tempo e quebra de anonimato.

Para a prevenção dos riscos previstos da participação na pesquisa as seguintes medidas serão adotadas: garantia de sigilo e participação voluntária, interrupção da aplicação do questionário ou das perguntas a qualquer momento e prontamente quando solicitado pelos estudantes, esclarecimento prévio sobre a pesquisa para os voluntários, aplicação de questionários não identificados pelo nome para que seja mantido o anonimato, garantia que as respostas serão confidenciais e aplicação dos questionários no período regular de aula não sendo necessário tempo extra para respondê-los.

Se você aceitar que o menor participe, estará contribuindo para tornar o processo de ensino-aprendizagem de Biologia mais significativo e motivador para os alunos do ensino médio.

Rubrica Responsável/Representante legal

Rubrica Pesquisador Responsável

O(a) Senhor(a) pode recusar que o menor responda qualquer questão (ou participe de qualquer atividade) que lhe traga constrangimento ou ao menor, podendo o(a) Senhor(a) ou o menor desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) Senhor(a) ou para ele/ela. A participação do menor é voluntária, isto é, não há pagamento pela colaboração dele.

Todas as atividades do projeto estão previstas para ocorrer durante o horário regular de aula do menor. Porém havendo necessidade dele vir à escola em horário extra, as despesas que o menor (ou seu acompanhante, quando necessário) tiver (tiverem) relacionadas ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente da participação do menor na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente (reforçamos que o nome do menor não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo). Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se o(a) Senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Cristiane Rosa de Faria Cardoso, no Colégio Estadual João Gomes, no telefone (62) 3022-1004, pelo e-mail cristianerosafaria@yahoo.com.br ou ligação em qualquer horário para contato com o pesquisador, disponível inclusive para ligação a cobrar, no telefone (62) 98114-5769 ou da residência (62) 3098-5887.

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

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

Assinatura do responsável / Representante legal do participante

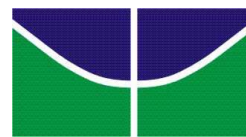
Pesquisador Responsável
Cristiane Rosa de Faria Cardoso

Brasília, ____ de _____ de _____.

APÊNDICE 2 – Termo de Assentimento



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



**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas**

Termo de Assentimento

Convidamos o(a) Senhor(a) a participar **voluntariamente** do projeto de pesquisa “**Atividades práticas nas aulas de fisiologia humana no ensino médio com uma abordagem investigativa**”, sob a responsabilidade da pesquisadora Cristiane Rosa de Faria Cardoso. O projeto consiste na abordagem investigativa dos conteúdos de fisiologia humana com atividades teórico-práticas durante as aulas de Biologia.

O objetivo desta pesquisa é analisar o efeito de atividades teórico-práticas na aprendizagem e na motivação dos alunos da segunda série do ensino médio na abordagem dos conteúdos de fisiologia humana e produzir um material didático com as atividades práticas utilizadas.

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

A participação do menor se dará por meio de resposta a questionários, relatos e testes de aprendizagem, a fim de avaliar como a prática investigativa melhora a aprendizagem e a motivação pelos alunos da segunda série do ensino médio no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Biologia relacionados a fisiologia humana. As aulas práticas serão aplicadas durante as aulas de Biologia, entre os meses de setembro a dezembro. Os testes utilizados na pesquisa não farão parte da composição das notas periódicas do Colégio Estadual João Gomes. O tempo estimado para a aplicação dos questionários e testes de aprendizagem é de vinte minutos, e ambos serão aplicados em folha impressa para assinalar no período regular de aula.

Os riscos previstos decorrentes da participação na pesquisa incluem riscos de origem psicológica, intelectual e/ou emocional como possibilidade de constrangimento ao responder o questionário, desconforto, estresse, cansaço ao responder às perguntas, gasto de tempo e quebra de anonimato.

Para a prevenção dos riscos previstos da participação na pesquisa as seguintes medidas serão adotadas: garantia de sigilo e participação voluntária, interrupção da aplicação do questionário ou das perguntas a qualquer momento e prontamente quando solicitado pelos estudantes, esclarecimento prévio sobre a pesquisa para os voluntários, aplicação de questionários não identificados pelo nome para que seja mantido o anonimato, garantia que as respostas serão confidenciais e aplicação dos questionários no período regular de aula não sendo necessário tempo extra para respondê-los.

Se você aceitar participar, estará contribuindo para tornar o processo de ensino-aprendizagem de Biologia mais significativo e motivador para os alunos do ensino médio.

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

Todas as atividades do projeto estão previstas para ocorrer durante o horário regular de aula. Porém havendo necessidade de vir à escola em horário extra, as despesas que você (você e seu acompanhante, quando necessário) tiver (tiverem) relacionadas ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Rubrica Responsável/Representante legal

Rubrica Pesquisador Responsável

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente (reforçamos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo). Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se o(a) Senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Cristiane Rosa de Faria Cardoso, no Colégio Estadual João Gomes, no telefone (62) 3022-1004, pelo e-mail cristianerosafaria@yahoo.com.br ou ligação em qualquer horário para contato com o pesquisador, disponível inclusive para ligação a cobrar, no telefone (62) 98114-5769 ou da residência (62) 3098-5887.

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

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

Nome / Assinatura do participante

Pesquisador Responsável
Cristiane Rosa de Faria Cardoso

Brasília, ____ de _____ de _____.

Rubrica Responsável/Representante legal

Rubrica Pesquisador Responsável

APÊNDICE 3 - Termo de autorização para utilização de imagem para fins de pesquisa do responsável/representante legal do participante



PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional



**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas**

Termo de Autorização para Utilização de Imagem para fins de pesquisa do Responsável/Representante legal do participante

Eu, _____, responsável/representante legal de _____, autorizo a utilização da sua imagem (sem identificação facial), na qualidade de participante no projeto de pesquisa intitulado “**Atividades práticas nas aulas de fisiologia humana no ensino médio com uma abordagem investigativa**”, sob responsabilidade de Cristiane Rosa de Faria Cardoso vinculado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional pela Universidade de Brasília.

A imagem do participante, sem identificação facial, pode ser utilizada apenas para análise por parte da equipe de pesquisa, apresentações em conferências profissionais e/ou acadêmicas, atividades educacionais e apresentação e publicação do Trabalho de Conclusão do Mestrado.

Tenho ciência de que não haverá divulgação da imagem do participante por qualquer meio de comunicação, sejam elas televisão, rádio ou internet, exceto nas atividades vinculadas ao ensino e a pesquisa explicitadas acima. Tenho ciência também de que a guarda e demais procedimentos de segurança com relação às imagens são de responsabilidade da pesquisadora responsável.

Deste modo, declaro que autorizo, livre e espontaneamente, o uso para fins de pesquisa, nos termos acima descritos, da imagem do participante.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com a pesquisadora responsável pela pesquisa e a outra com o representante legal do participante.

Assinatura do responsável/representante legal do participante

Cristiane Rosa de Faria Cardoso

Brasília, ____ de _____ de _____

APÊNDICE 4 - Termo de Autorização para Utilização de Imagem para fins de pesquisa do participante



PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional



**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas**

Termo de Autorização para Utilização de Imagem para fins de pesquisa do participante

Eu, _____, autorizo a utilização da minha imagem (sem identificação facial), na qualidade de participante no projeto de pesquisa intitulado “**Atividades práticas nas aulas de fisiologia humana no ensino médio com uma abordagem investigativa**”, sob responsabilidade de Cristiane Rosa de Faria Cardoso vinculado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional pela Universidade de Brasília.

Minha imagem, sem identificação facial, pode ser utilizada apenas para análise por parte da equipe de pesquisa, apresentações em conferências profissionais e/ou acadêmicas, atividades educacionais e apresentação e publicação do Trabalho de Conclusão do Mestrado.

Tenho ciência de que não haverá divulgação da minha imagem por qualquer meio de comunicação, sejam elas televisão, rádio ou internet, exceto nas atividades vinculadas ao ensino e a pesquisa explicitadas acima. Tenho ciência também de que a guarda e demais procedimentos de segurança com relação às imagens são de responsabilidade da pesquisadora responsável.

Deste modo, declaro que autorizo, livre e espontaneamente, o uso para fins de pesquisa, nos termos acima descritos, da minha imagem.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com a pesquisadora responsável pela pesquisa e a outra com o(a) participante.

Assinatura do (a) participante

Cristiane Rosa de Faria Cardoso

Brasília, ____ de _____ de _____

APÊNDICE 5 – Questionário para os alunos da 2ª série do Ensino Médio



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



**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas**

Questionário para os alunos da 2ª série do Ensino Médio

Prezado (a) aluno (a), este questionário tem por objetivo a coleta de informações acerca dos diferentes aspectos das aulas de fisiologia humana sobre o sistema respiratório, por isso solicitamos que assinale o seu grau de concordância com cada afirmação abaixo.

1. A organização da aula ajudou a me manter atento ao assunto tratado.

1. () Discordo totalmente
2. () Discordo em parte
3. () Não concordo nem discordo
4. () Concordo em parte
5. () Concordo totalmente

2. Percebi relações do conteúdo da aula com situações do meu dia a dia.

1. () Discordo totalmente
2. () Discordo em parte
3. () Não concordo nem discordo
4. () Concordo em parte
5. () Concordo totalmente

3. A estrutura/dinâmica da aula me fez querer saber/ler mais sobre o assunto (busca na internet, por exemplo).

1. () Discordo totalmente
2. () Discordo em parte
3. () Não concordo nem discordo
4. () Concordo em parte
5. () Concordo totalmente

4. O conteúdo da aula está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.

1. () Discordo totalmente
2. () Discordo em parte
3. () Não concordo nem discordo
4. () Concordo em parte
5. () Concordo totalmente

5. No decorrer da aula senti confiança de que estava aprendendo.

1. () Discordo totalmente
2. () Discordo em parte
3. () Não concordo nem discordo
4. () Concordo em parte
5. () Concordo totalmente

6. Acho que poderei utilizar no meu dia a dia as coisas que aprendi na aula.

1. () Discordo totalmente
2. () Discordo em parte
3. () Não concordo nem discordo
4. () Concordo em parte
5. () Concordo totalmente

7. Acho que vou esquecer rapidamente o que aprendi na aula.

1. () Discordo totalmente
2. () Discordo em parte
3. () Não concordo nem discordo
4. () Concordo em parte
5. () Concordo totalmente

8. Eu não percebi o tempo passar na aula. Quando me dei conta ela já tinha acabado.

1. () Discordo totalmente
2. () Discordo em parte
3. () Não concordo nem discordo
4. () Concordo em parte
5. () Concordo totalmente

9. Pude interagir com outras pessoas durante a aula.

1. () Discordo totalmente
2. () Discordo em parte

- 3. () Não concordo nem discordo
- 4. () Concordo em parte
- 5. () Concordo totalmente

10. Eu gostaria de ter mais aulas que seguissem essa estrutura/dinâmica.

- 1. () Discordo totalmente
- 2. () Discordo em parte
- 3. () Não concordo nem discordo
- 4. () Concordo em parte
- 5. () Concordo totalmente

11. Escreva a sua opinião sobre a metodologia usada para aprender sobre o corpo humano.

APÊNDICE 6 – Teste sobre os movimentos respiratórios utilizado no trabalho de Aragão (2019) para comparação com o aplicado nesta pesquisa.



PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional



**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas**

Teste sobre Movimentos Respiratórios

Prezado (a) aluno (a), este teste tem por objetivo avaliar a aprendizagem dos conteúdos sobre o sistema respiratório humano. Lembre-se de que esta atividade não fará parte da composição das notas periódicas do trimestre, mas será um instrumento de pesquisa científica. Para cada questão abaixo, marque apenas a opção correta.

1. A entrada e a saída de ar dos pulmões é chamada

- respiração celular.
- hematose.
- ventilação pulmonar.
- respiração tecidual.

2. Qual o órgão tubular que se divide para dar origem aos brônquios principais e conduzir o ar para cada pulmão?

- faringe.
- laringe.
- traqueia.
- bronquíolo.

3. Para que ocorra a inspiração

- a pressão do ar no interior dos pulmões deve ser igual à pressão atmosférica.
- a pressão do ar no interior dos pulmões deve ser maior do que a pressão atmosférica.
- a pressão do ar no interior dos pulmões deve ser menor do que a pressão atmosférica.
- a pressão do ar no interior dos pulmões deve ser sempre constante.

4. Quando o diafragma se contrai

- aumenta o volume da caixa torácica, fazendo o ar entrar nos pulmões.
- diminui o volume da caixa torácica, fazendo o ar sair dos pulmões.
- aumenta o volume da caixa torácica, fazendo o ar sair dos pulmões.
- diminui o volume da caixa torácica, fazendo o ar entrar nos pulmões.

5. Na saída de ar dos pulmões

- o diafragma e os músculos intercostais relaxam, o diafragma sobe e as costelas abaixam.
- o diafragma e os músculos intercostais contraem, o diafragma desce e as costelas sobem.
- o diafragma e os músculos intercostais relaxam, o diafragma desce e as costelas sobem.
- o diafragma e os músculos intercostais contraem, o diafragma sobe e as costelas abaixam.

APÊNDICE 7 – Questões realizadas pelos alunos no simulado nesta pesquisa sobre o sistema respiratório.

Simulado aplicado no Colégio Estadual João Gomes, em Anápolis/GO, no dia 9 de dezembro de 2019 para fechamento do bimestre e que foram abordadas duas questões sobre o sistema respiratório:

Questão 1: “Quando os músculos das costelas e do diafragma contraem-se, a cavidade torácica amplia-se. Com isso sua pressão interna (1), o que ocasiona (2)”.

Qual das alternativas apresenta os conceitos que substituem corretamente os números 1 e 2, respectivamente?

- a) Aumenta; inspiração
- b) Aumenta; expiração
- c) Diminui; inspiração
- d) Diminui; expiração

Questão 2: Considere os seguintes componentes do sistema respiratório:

- alvéolo
- bronquíolo
- brônquio
- laringe
- diafragma
- cavidade nasal
- faringe
- traqueia

Marque a alternativa em que a sequência do ar inspirado percorre esses componentes:

- a) cavidade nasal → laringe → faringe → traqueia → brônquio → bronquíolo → alvéolo.
- b) cavidade nasal → faringe → laringe → traqueia → brônquio → bronquíolo → alvéolo.
- c) alvéolo → bronquíolo → brônquio → traqueia → laringe → faringe → cavidade nasal.
- d) alvéolo → brônquio → bronquíolo → traqueia → laringe → faringe → cavidade nasal.

APÊNDICE 8 – Produto Educacional - Sequência Didática



PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: SISTEMA RESPIRATÓRIO

Cristiane Rosa de Faria Cardoso
Christiano Del Cantoni Gati



UnB



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
Instituto de Ciências Biológicas - IB
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO

Cristiane Rosa de Faria Cardoso

SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: SISTEMA RESPIRATÓRIO

Produto educacional vinculado ao Trabalho de Conclusão de Mestrado submetido ao curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) - Atividades Práticas nas Aulas de Fisiologia Humana no Ensino Médio. Universidade de Brasília (UnB). Brasília (DF) – 2020.



BRASÍLIA
2020

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

CC933a CARDOSO, Cristiane Rosa de Faria
Atividades Práticas nas aulas de fisiologia humana no ensino médio / Cristiane Rosa de Faria CARDOSO; orientador Christiano Del Cantoni Gati. -- Brasília, 2020.
165 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) -- Universidade de Brasília, 2020.

1. Ensino de Biologia. 2. alfabetização científica. 3. fisiologia humana. 4. sequência didática. 5. ensino por investigação. I. Gati, Christiano Del Cantoni, orient. II. Título.

SUMÁRIO



CAPA

| | |
|--|----|
| SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: SISTEMA RESPIRATÓRIO | 02 |
| APRESENTAÇÃO | 05 |
| MAS, AFINAL O QUE É UMA SEQUÊNCIA POR INVESTIGAÇÃO? | 06 |
| EIXOS ESTRUTURANTES DA SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA | 07 |
| SEQUÊNCIA DE ENSINO: SISTEMA RESPIRATÓRIO | 09 |
| EXPECTATIVAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM | 10 |
| CONTEÚDOS | 10 |
| MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS NA APLICAÇÃO EM UMA DAS AULAS | 11 |
| AVALIAÇÃO | 12 |
| 1ª AULA | 12 |
| 2ª AULA | 13 |
| 3ª AULA | 14 |
| 4ª AULA | 15 |
| HORA DE COLOCAR A MÃO NA MASSA | 15 |
| 5ª AULA | 16 |
| 6ª AULA | 17 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 17 |

APRESENTAÇÃO

Prezado professor (a),

Este material representa o produto educacional desenvolvido como parte do Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) na Universidade de Brasília (UnB) com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Trata-se de uma Sequência de Ensino por Investigação que foi elaborada para trabalhar o ensino de Biologia em sala de aula de forma a contribuir para que os alunos compreendam a natureza da ciência de forma mais relevante e motivadora e também se apropriem dos objetivos da alfabetização científica trabalhando a fisiologia humana sobre o sistema respiratório.

Temos como objetivo principal apresentar um produto educacional em que os estudantes sejam os protagonistas na construção do conhecimento, entendendo e relacionando o seu cotidiano para tentarem solucionar os problemas propostos na aula e também fora da escola.

Apresentaremos temas que contribuirão para a construção da sequência de ensino apresentada nesse material.

De acordo com o documento da educação básica, a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) no mundo contemporâneo a sociedade está cada vez mais ligada com o desenvolvimento científico tecnológico. Cabendo a escola e os professores uma visão mais ampla da ciência, entendendo sua linguagem e como ocorre a construção do conhecimento científico (MEC, 2018).

Nessa visão o ensino de Ciências e Biologia proposto no documento pode possibilitar aos alunos um trabalho com práticas que envolvam o fazer da ciência com o objetivo de formar jovens para enfrentar os desafios da contemporaneidade.

A BNCC tem o compromisso de desenvolver nos alunos o letramento científico dando ao aluno a capacidade de atuar de forma consciente sobre assuntos relacionados a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente de forma contextualizada e integrada. Nessa visão o ensino pode oferecer aos alunos uma aproximação com os diferentes conhecimentos científicos bem como aos processos, práticas e procedimentos da investi-



gação científica. No qual propõe um ensino de Ciências a partir de questões desafiadoras estimulando o interesse e a curiosidade científica nos estudantes dando a eles a oportunidade de participarem da aula na solução de problemas, levantar e testar hipóteses, analisar e representar resultados, comunicar conclusões.

Também é descrito o processo investigativo:

O processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem. (BRASIL, 2017, p. 322).

➔ Mas, afinal o que é uma sequência por investigação?

Essas situações didáticas planejadas propostas pela BNCC, Carvalho (2018) define como as sequências de ensino investigativas que podem ser entendidas como um conjunto de atividades (aulas) sobre determinado tema ou conteúdo onde cada atividade é planejada desde os materiais que serão utilizados até as interações didáticas visando proporcionar aos alunos um papel atuante durante as aulas.

Concordando com essa ideia, Trivelato e Tonidandel (2015) afirmam que uma sequência de ensino deve conter algumas atividades-chave: como um problema que en-

volva os estudantes em sua resolução ressaltando que essas questões problemas possam estar no nível da estrutura cognitiva do aluno para que tenha meios para tentar resolvê-los. Ao tentar solucionar os questionamentos eles levantam hipóteses que serão trabalhadas e discutidas durante a aplicação das aulas, trabalhando com dados para construção de suas explicações e conclusões.

Sedano (2016) nos apresenta que a sequência de ensino pode atuar na construção do conhecimento



científico por envolver o engajamento dos alunos nestas atividades, pois se trabalha atitudes próprias do saber científico almejando a enculturação científica.

Carvalho (2011) propõe pontos importantes para orientar os professores no planejamento de sequências de ensino investigativas que podem ser planejadas a partir de uma série de ações, entre elas: o professor propõe o problema, o estudante age na resolução desse problema, tem-se a tomada de consciência pelo aluno de como foi resolvido o problema e a sistematização dos conhecimentos pela turma.

Assim entendemos que a sequência didática investigativa é uma boa estratégia de ensino que pode ser inserido no trabalho do professor reunindo assim um conjunto de atividades sobre determinado tema organizada sequencialmente visando tornar mais eficiente, interessante e motivador no processo ensino-aprendizagem.

➤ Eixos estruturantes da sequência investigativa

Para o planejamento de uma sequência e as interações didáticas das principais atividades que a caracteriza, Carvalho (2018) propõe algumas etapas:

➤ **Problema:** ao se planejar as atividades da sequência, um problema deve ser proposto ao aluno pelo professor. Esse problema deve estar no nível intelectual do aluno para que ele possa ter a possibilidade de tentar solucioná-lo.

➤ **Levantamento de hipóteses:** é o momento em que os alunos organizados em grupos pequenos e a partir dos seus conceitos espontâneos irão propor ideias/soluções para resolver o problema proposto.

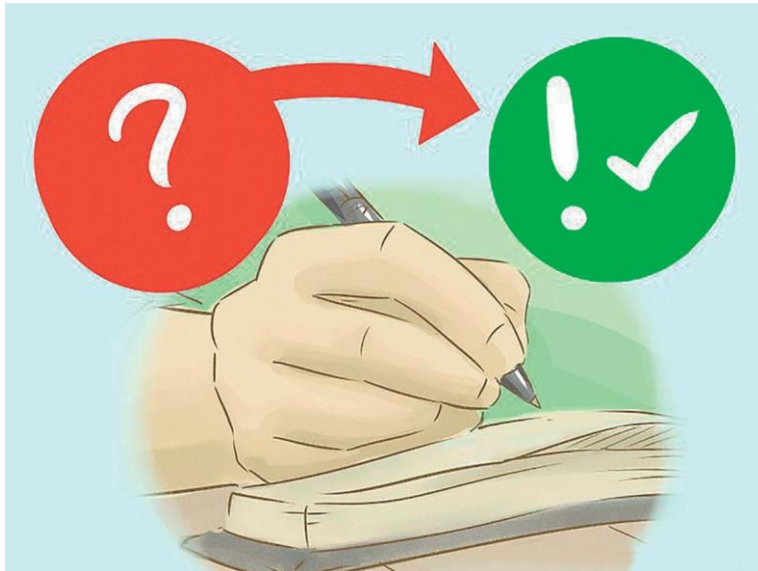
➤ **Resolução do problema:** é o momento de testarem suas hipóteses. O professor nessa etapa tem a função de instigar e orientar seus alunos na busca da solução do problema desenvolvendo habilidades de observação, comparação e explicação.

➤ **Sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos:** nessa etapa o material deve ser recolhido e os alunos devem ser organizados em um grupo grande como uma roda de conversa para uma discussão coletiva. Cabe ao professor perguntas que levem a tomada de consciência por parte dos alunos: como vocês conseguiram re-



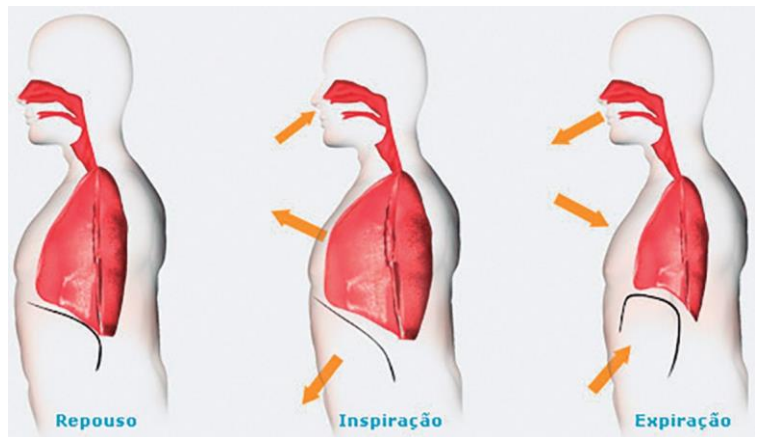
solver o problema? Por que vocês acham que deu certo? E a partir das discussões com os alunos vão tomando consciência de como foi resolvido o problema e o porquê de ter dado certo baseado em dados e na construção de evidências.

➡ **Registro:** nessa fase o professor irá pedir que os alunos registrem o que observaram e aprenderam durante a atividade. Esse registro pode ser de forma escrita ou desenho expressando os principais aspectos vivenciados durante a investigação. E pode também ser usado como uma proposta de avaliação formativa na qual conteúdos procedimentais e atitudinais também são importantes.



SEQUÊNCIA DE ENSINO: SISTEMA RESPIRATÓRIO

Tema: Sistema Respiratório

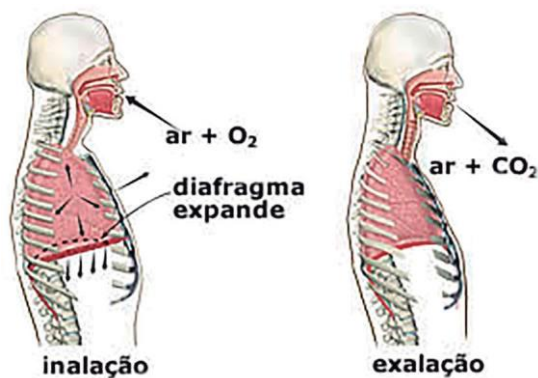
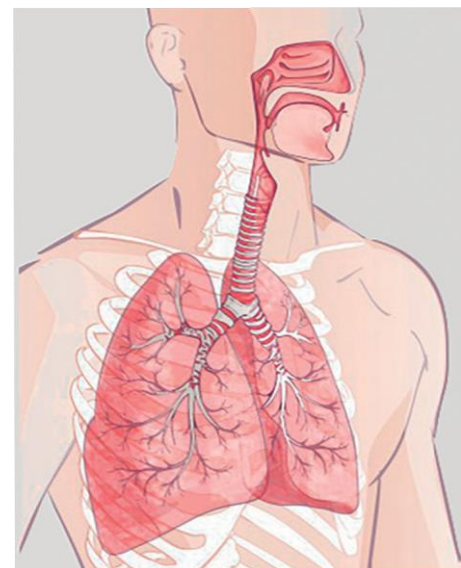


Público Alvo: 2ª série do Ensino Médio

NÚMERO PROVÁVEL DE AULAS PARA APLICAR A SEQUÊNCIA: 6 aulas de 45 minutos. Cada professor poderá adaptá-la a realidade da sua escola, principalmente quanto ao tempo.

EXPECTATIVAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM






- Conciliar leituras, observações, experimentações e discussões para coletar e organizar informações;
- Valorizar atividades em grupo e assim contribuir com um trabalho crítico na construção do conhecimento científico;
- Conhecer os órgãos constituintes do sistema respiratório;
- Compreender o mecanismo inerente à respiração;
- Aprender a formular hipóteses e a pensar de forma científica.
- Realizar um experimento dos movimentos de órgãos associados ao sistema respiratório.
- Manusear materiais simples para a montagem do experimento.
- Valorizar os progressos da ciência e suas aplicações médicas como agentes do bem estar humano.
- Aplicar o conhecimento científico em situações cotidianas.



CONTEÚDOS

- Órgãos que compõem o sistema respiratório;
- Funcionamento do sistema respiratório (inspiração e expiração, trocas gasosas nos alvéolos).
- Distinção entre respiração pulmonar (ventilação pulmonar) e respiração celular.
- Noções de que a respiração pulmonar é controlada automaticamente pelo sistema nervoso.
- Exemplos importantes de doenças respiratórias.
- Fumo e saúde pulmonar.

Professor(a), você é o(a) orientador(a) das atividades. Cabem aqui algumas dicas de como conduzir melhor essas aulas:

-  Orientar e explicar como serão realizadas as atividades da sequência.
-  Organizar a formação dos grupos (de 4 a 5 alunos).
-  Orientar na pesquisa feita pelos grupos.
-  Organizar as apresentações e discussões dos grupos de acordo com a situação sorteada pelo grupo.
-  Orientar os estudantes quanto à construção do modelo do pulmão nos grupos auxiliando nas dúvidas que porventura aparecerem.



MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS NA APLICAÇÃO EM UMA DAS AULAS

- 1 balão tamanho médio (de preferência cores diferentes);
- 2 balões tamanho pequeno;
- 1 Garrafa PET de 2 L com tampa;
- 2 Pedacos de mangueira transparente, um com 10 cm e outro com 15 cm de tamanho (você consegue comprar essa mangueira em loja de construção);
- 2 Pedacos de arame, um com 1,24 mm de diâmetro e outro com 1,65 mm (que também podem ser comprados em loja de construção);
- Estilete;
- Tesoura;
- Cola quente ou fita adesiva transparente;
- Fita isolante;
- Elástico;
- Prendedores de roupa;
- Ferro de solda (pode ser substituído por qualquer objeto pontiagudo que possa ser levado ao fogo).



AVALIAÇÃO

Professor (a), podemos ter uma visão de avaliação como algo mais amplo que engloba muito mais do que simplesmente o resultado final do processo. Mas tendo possibilidades de verificar o grau de aprendizagens dos alunos durante todo o processo das aulas. Então, avaliação formativa envolve além dos conteúdos conceituais, também os procedimentais e atitudinais. Seguem algumas sugestões:

➡ Observação do processo de aprendizagem no dia a dia da sala de aula (iniciativa, capacidade de resolver situações problemas, engajamento e interesse).

➡ Observação das atividades em equipe e dos debates e discussões (respeito à diversidade, integração dos grupos, disciplina).

➡ Observação da produção do material a ser apresentado (capacidade de invenção, inovação e produção).

➡ Desenvolvimento do trabalho a ser desenvolvido na sala de aula (saber ouvir, falar, questionar, criticar, argumentar e respeitar as opiniões divergentes).



1ª AULA

Para levantar o conhecimento prévio e o interesse dos alunos, o professor aplicará um questionário com perguntas sobre o assunto que será abordado.

Sugerimos ao professor que peça aos alunos que observem sua inspiração e sua expiração.

Feito isso, sugerimos as seguintes perguntas para orientar a discussão:

- 1- Quais foram os movimentos que vocês conseguiram detectar na sua barriga e peito em cada um desses eventos?
- 2- Por que realizamos esses movimentos quando respiramos?
- 3- Quais órgãos estão envolvidos nesse processo?
- 4- O ar que você puxa é o mesmo que você solta?

Depois de respondida cada uma das questões os alunos devem fazer anotações de forma individual e então o professor deve dividir a turma em grupos a fim de que eles discutam entre si suas conclusões e elaborem apenas uma resposta para cada uma das



perguntas feitas, o que seria chamada de resposta consenso. Durante as discussões é importante que o professor incentive a participação dos alunos, engajando-os para que ocorra um diálogo, de forma que todos se sintam à vontade para expressarem suas ideias. Para que os alunos entendam o que seria uma hipótese é importante que o professor discuta os conceitos envolvidos em uma pesquisa científica e também apresente suas etapas, que seriam a observação, elaboração de um problema, proposição de uma hipótese, experimentação, interpretação dos resultados, conclusão e divulgação dos resultados.

É fundamental estimular que os alunos reflitam sobre as hipóteses que já possuem a respeito do problema proposto, isso é indispensável para avaliar os seus conhecimentos prévios. Dessa forma, aconselhamos

uma discussão em comum entorno das perguntas que foram feitas e principalmente que o professor incentive os estudantes a respondê-las, através de uma hipótese, que será corroborada ou não no transcorrer da pesquisa. A elaboração das hipóteses pode ser realizada em pequenos grupos. Oriente os alunos a registrarem o problema e as possíveis hipóteses em um diário de bordo. A seguir, inicia-se o segundo momento pedagógico, ou seja, as atividades que visam à organização do conhecimento.



2ª AULA

Nessa aula apresente aos alunos a matéria a ser estudada no livro didático e distribua entre eles o capítulo que trata sobre o sistema respiratório. Também seria interessante levar para a sala de aula um atlas e um torso do corpo humano onde os alunos poderiam consultar e manipular os órgãos que compõe o sistema respiratório. Depois disso é hora dos alunos se dividirem em grupos

novamente e lerem o capítulo do livro didático sobre sistema respiratório, nesse momento é importante os alunos discutirem entre si suas observações e responder as mesmas perguntas da primeira aula. Discutirem e em seguida compararem as suas respostas formuladas com as informações do livro, destacando as hipóteses que foram corroboradas (confirmadas) e as que foram refutadas (estavam er-



radas) e refletirem diante da discussão.

Na segunda parte da aula cada grupo pode elaborar um texto onde apresentem suas conclusões da atividade, ou seja, apontem nesse momento quais das suas hipóteses estavam certas e quais estavam erradas, apresentando argumentos para as duas situações.

3ª AULA

O objetivo dessa aula é elaborar uma questão-problema que possibilite o engajamento dos alunos em sua resolução com a elaboração de hipóteses em pequenos grupos de discussão. Feito isso, sugerimos que o professor proponha três situações problema, que podem ser sorteadas entre os grupos. Essas situações seriam acontecimentos que levariam pessoas a sofrerem paradas respiratórias, como por exemplo:

- A – Se por algum motivo você está comendo e acaba engasgando-se, você para de respirar?
- B – Se acontece um acidente de carro ou de moto e a pessoa acidentada tem a caixa torácica perfurada, a pessoa para de respirar?
- C – Se uma pessoa que tem uma crise asmática, ela para de respirar?



Depois de definidas as situações problema, a turma pode ser dividida em grupos e cada grupo deve receber uma das situações propostas anteriormente (A, B ou C). Depois de definida a situação, cada grupo terá um tempo para discutir entre si as ideias e criar as hipóteses para tentar explicar o porquê de as pessoas sofrerem paradas respiratórias como consequência das situações apresentadas a eles. Depois que as hipóteses forem elaboradas e anotadas, o(a) professor(a) as recolhe para que não sejam consultadas posteriormente e possam interferir nos resultados.

4ª AULA

O professor iniciará a aula com o seguinte questionamento: “O que pode levar uma pessoa a sofrer uma parada respiratória e como podemos testar isso?” Depois é conveniente utilizar desenhos em cartazes, ou imagens e simulações com utilização de recursos em multimídia, por exemplo, para mostrar aos alunos a anatomia e a fisiologia do sistema respiratório, sempre valorizando a discussão e a formulação de perguntas por parte dos alunos. O professor nesse momento é um questionador e é fundamental que ele desperte o interesse dos alunos para que eles participem de todas as discussões e construam seu próprio conhecimento.

Hora de colocar a mão na massa

Depois da discussão sugerimos a confecção de um modelo didático mostrado na Figura 1, esse modelo poderá ser o modelo de um pulmão artificial para testar as hipóteses de cada grupo, essa prática realizada foi proposta por Aragão (2019).

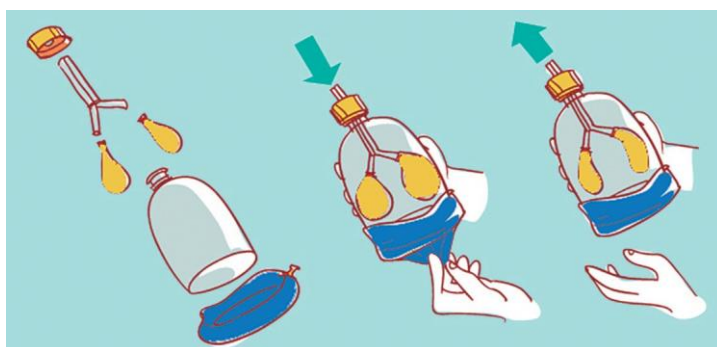


Figura 1

Para estimular a criatividade, o professor pode passar um vídeo explicativo de como confeccionar o pulmão artificial. Sugerimos o vídeo intitulado “Como fazer um pulmão artificial caseiro” do canal Manual do Mundo, disponível no sítio eletrônico “<https://www.youtube.com/watch?v=DNbF6bnCoio&t=250s>”.

Depois de assistido o vídeo, cada grupo deve confeccionar seu pulmão artificial, (Figuras 2 e 3), a fim de testar suas hipóteses. Para confeccionar o modelo didático do pulmão, sugerimos utilizar uma garrafa PET cortada ao meio, essa garrafa simula a caixa torácica. O segundo passo para a construção do pulmão é fazer um furo com o ferro de solda ou com qualquer material pontiagudo na mangueira menor (simula os brônquios) e encaixar nele a mangueira maior (simula a traqueia). As duas mangueiras foram vedadas com cola quente e dentro da mangueira menor foi colocado um pedaço de arame para estabilizá-la no formato de um “Y”. Depois de feito isso é a hora de mexer com as bexigas, elas que simularão os pulmões, então cada uma delas foram colocadas em cada extremidade da mangueira que simula os brônquios e presas com a fita adesiva. Depois de presas, a mangueira que simula a traqueia, foi colocada através de um buraco feito na tampa de modo que ela e os “pulmões”

fiquem dentro da garrafa e um pedaço da “traqueia” fique na parte exterior da garrafa. Feito isso, utilizando um pedaço de arame foi feito um círculo e preso na parte inferior da garrafa com fita isolante de modo que ela fique estável. Depois a bexiga maior foi cortada e esticada de modo que sua abertura cobrisse a parte inferior da garrafa e então uma fita isolante foi utilizada para garantir que a bexiga estivesse totalmente vedada.

A fim de identificar se os alunos apreenderam certos conceitos a partir da confecção

Figura 2



Figura 3



do pulmão artificial, individualmente, devem responder às perguntas sobre quais materiais representa os órgãos do sistema respiratório:

Bexiga amarela: _____

Bexiga azul: _____

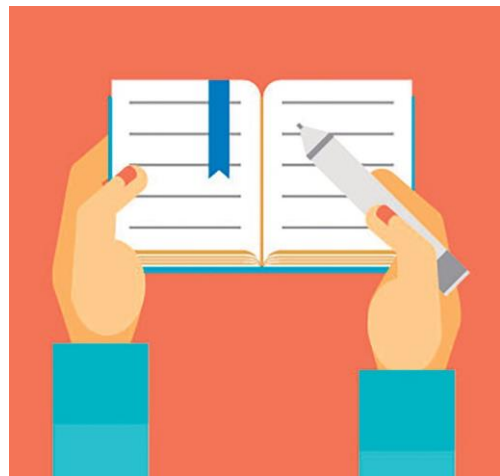
Mangueira maior: _____

Mangueira menor: _____

Garrafa pet: _____

5ª AULA

Depois de feito o modelo didático e respondida as perguntas, os grupos podem se reunir na aula seguinte e testar suas hipóteses no modelo de pulmão. É importante que o professor lembre aos alunos suas hipóteses previamente elaboradas e que os estudantes registraram em suas atas (cadernos). Então, cada grupo, de posse do seu modelo didático, irá testar o que acontece com um pulmão em condições normais e depois vão simular sua situação problema sorteada e anotar os re-



sultados, a fim de testar suas hipóteses. Para simular a situação problema sugerimos ao professor que organize e leve materiais que poderão ser usados para simular cada situação problema, esses materiais podem ser grão de feijão para bloquear a “traqueia” e simular a situação de engasgamento, amoeba pode ser utilizada para simular o muco que bloqueia a passagem de ar durante uma crise asmática e uma tesoura pode ser utilizada para rasgar a bexiga que simula o diafragma e mostrar o que aconteceria com uma pessoa caso ela sofresse um acidente de carro ou de moto e sua caixa torácica fosse perfurada.

6ª AULA

É nesse momento que os alunos comparam os resultados obtidos com os modelos em situação normal e na situação e os grupos elaboraram conclusões de seus experimentos apresentando as evidências e os argumentos para manutenção ou eliminação de suas hipóteses. Depois desse momento é importante que os resultados e conclusões sejam relatados pelos alunos para toda a turma e professor. Esse é um momento fundamental para que o professor realize interferências, faça correções e as complementações necessárias. Além disso, os alunos podem ser estimulados a relacionar esses resultados com os conhecimentos científicos sobre a respiração.



Bom trabalho!!!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, K. C. M. B. **Uma proposta pedagógica para o ensino de Biologia:** a inserção de atividades práticas nas aulas de fisiologia humana do ensino médio. 2019. Brasília. 161 f. Trabalho de Conclusão de Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Distrito Federal. 2019.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: LONGHINI, N. D. (Org.). **O Uno e o Diverso na Educação**. Uberlândia: EDUFU. p. 253-266. 2011.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20. 2018.

COMO fazer um pulmão artificial caseiro. **Manual do Mundo**. 2014. 1vídeo(8min 35s). Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=DNbF6bnCoio>. Acesso em: 13 de novembro de 2019.

MEC, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Secretaria da Educação. 2018.

SEDANO, Luciana. Ciências e Leitura: Um encontro possível. In Carvalho, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning. p. 77-91. 2018.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 17, p. 97-114, 2015.

ANEXO

Certificado de Aprovação do comitê de ética



UNB - FACULDADE DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Atividades práticas nas aulas de fisiologia humana no ensino médio

Pesquisador: CRISTIANE ROSA DE FARIA CARDOSO

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 16357619.1.0000.0030

Instituição Proponente: Instituto de Ciências Biológicas - UnB

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.670.156

Apresentação do Projeto:

"Resumo:

Vários estudos nos mostram que as atividades práticas auxiliam na aprendizagem dos alunos, motivando-os e despertando o interesse pelas aulas de Biologia. Atualmente a maioria das aulas de Biologia são teóricas expositivas e muitas vezes levando só a memorização de conteúdos que em poucos dias são esquecidos pelos estudantes. As atividades práticas contribuem para a melhoria desse quadro. Pois o uso de metodologias ativas com o foco principal no aluno despertando suas diversas inteligências e competências, a curiosidade e o pensamento crítico, conseguimos o objetivo principal que é uma aprendizagem significativa. O projeto de pesquisa será desenvolvido em um colégio da rede pública estadual na cidade de Anápolis (GO) com os alunos da segunda série do ensino médio, que serão divididos em grupos de quatro a cinco alunos, que a partir de um problema do corpo humano proposto pela professora irá propor hipóteses, levantar e registrar dados, discutir as ideias com seu grupo e por fim comunicar seus resultados com a turma. Tendo como meta a compreensão do conteúdo e também o desenvolvimento de habilidades cognitivas próprias do conhecimento científico. O objetivo desse projeto é inserir atividades práticas investigativas nas aulas de fisiologia humana do ensino médio."

"Metodologia Proposta:

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro

Bairro: Asa Norte **CEP:** 70.910-900

UF: DF **Município:** BRASÍLIA

Telefone: (61)3107-1947

E-mail: cepfsunb@gmail.com



UNB - FACULDADE DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA



Continuação do Parecer: 3.670.156

| | | | | |
|---|------------------------------|------------------------|---------------------------------------|--------|
| Outros | Imagem_responsavel.doc | 15:07:28 | FARIA CARDOSO | Aceito |
| Outros | Imagem_participante.doc | 10/06/2019 15:06:14 | CRISTIANE ROSA DE FARIA | Aceito |
| Outros | Proponente.doc | 10/06/2019 15:04:23 | CRISTIANE ROSA DE FARIA | Aceito |
| Outros | Instituicao_prop.pdf | 10/06/2019 15:03:28 | CRISTIANE ROSA DE FARIA | Aceito |
| Outros | Instit_copart.doc | 10/06/2019 15:01:54 | CRISTIANE ROSA DE FARIA | Aceito |
| Outros | Instituicao_copartici.pdf | 10/06/2019 15:00:46 | CRISTIANE ROSA DE FARIA | Aceito |
| Outros | CartaEncaminhamento_Cris.doc | 10/06/2019 14:59:26 | CRISTIANE ROSA DE FARIA | Aceito |
| Outros | Carta_encaminhamento.pdf | 10/06/2019 14:58:11 | CRISTIANE ROSA DE FARIA | Aceito |
| Orçamento | Planilha_orcamento.doc | 10/06/2019 14:43:35 | CRISTIANE ROSA DE FARIA | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | img20190608_12293041.pdf | 10/06/2019 14:27:14 | CRISTIANE ROSA DE FARIA CARDOSO | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASILIA, 30 de Outubro de 2019

Assinado por:
Marie Togashi
(Coordenador(a))

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro
Bairro: Asa Norte **CEP:** 70.910-900
UF: DF **Município:** BRASILIA
Telefone: (61)3107-1947 **E-mail:** cepfsunb@gmail.com